Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON

ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON

ERNST LAMLA

BEIRAT:

J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · A. KÜHN · M. v. LAUE
H. MARTIUS · R. W. POHL · W. WEIDEL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

45. JAHRGANG **HEFT 7** (ERSTES APRILHEFT) **1958**

INHALT

AUFSÄTZE

Seite

Die Abhängigkeit der Struktur und der Leistungen tierischer Gehirne von ihrer Größe. Von B. Rensch 145

Über Versuche mit einem verschluckbaren Intestinalsender. Von M. v. Ardenne und H. B. Sprung 154

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN

Zur Erfassung der technischen Qualität und des Informationsgehaltes von Röntgenbildern durch die Untersuchung ihres Autokorrelogramms. Von W. Schröck-Vietor 155

Einfluß der Geometrie auf Halleffekt und magnetischen Widerstandseffekt bei rechteckförmigen Halbleiterproben. Von H. J. Lippmann und F. Kuhrt 156

The Refraction of Light by Progressive Ultrasonic Waves of Finite Amplitude. Von M. A. Breazeale and E. A. Hiedemann 157

The Diffraction of Light by Progressive Waves of Finite Amplitude. Von K. L. Zankel and E. A. Hiedemann 157

Zur Auflösung der Hyperfeinstruktur der Elektronenresonanz in Lösung. Von K. H. Hausser 158

Laue-Rückstrahlaufnahmen an vielkristallinen Metallproben. Von E. Macherauch 158

Über den Nachweis erhöhter Radioaktivität in Aerosolkondensaten. Von L. Holzapfel, H. Cauer und R. Reiter . . 159

Über das Vorkommen molybdataktiver Kieselsäure in natürlichen Aerosolen. Von L. Holzapfel, H. Cauer, F. Hesse und R. Reiter 160

Elektrode zur Bestimmung des CO_2-Drucks. Von K. H. Gertz und H. H. Loeschcke 160

Leitfähigkeitstyp des während der Schwefelung von Silber entstandenen α-Ag_2S. Von J. Derén, J. Haber, S. Mrowec und T. Werber 161

Electrometric Study on the Reaction between Mercuric (Mercury) and Sodium Thiosulphate. Von R. S. Saxena . . . 161

A Simple Device for Study of Reactions between Liquid and Gas Phases by Magnetic Method. Von F. Márta und M. T. Beck 162

On the Irreversible Oxidation of Oxygen Carrying Cobaltous Complexes. Von M. T. Beck 162

Kinetics of Isotopic Exchange Reactions of Alkyl Iodides. Von D. Gál und F. Dutka 163

Seite

Determination of Water of Crystallisation through Absorption in Phosphorus Pentoxide. Von R. Uggla 163

Über grüne Invertseifen-Chromoproteid-Komplexe. Von B. Niedick 163

Furoyl-(3)-aceton. Von L. Wolf und M. Beer 164

Über phenolspaltende Hefen. Von R. Zimmermann 165

Über die Blutzuckersenkung durch N-[4-Amino-benzolsulfonyl]-N′-n-butyl-harnstoff und N-[4-Methyl-benzolsulfonyl]-N′-n-butyl-harnstoff nach Leberausschaltung. Von H. Richter 165

Zirrhogene Einwirkung von gallensauren Verbindungen. Von P. Holsti 165

Zum Problem der Herstellung „nekrosefreier" Magermilchpulver. Von H. Fink, I. Schlie, U. Ruge, G. Brenner und E. Herold 166

Elektronenmikroskopische Befunde zur Wirkung der Hyaluronidase auf Kollagenfibrillen. Von E. Kuhnke 166

Zur Fixierung und Einbettung von Mikroorganismen für die Herstellung ultradünner Schnitte. Von W. Niklowitz . . 167

Die Wirkung der Sauerstofftension auf den Verlauf der Redoxpotential-Kurve bei Mikroorganismen. Von B. Matkovics und E. Kovács 168

Strahlenempfindlichkeit einzelner Organe und ihre Beeinflussung durch biologische Strahlenschutzstoffe. Von U. Hagen . . 168

Über Immunverhältnisse pflanzlicher Tumoren. Von L. Szabadi 169

Untersuchungen über den Kohlenhydrathaushalt bei Tomaten nach Behandlung mit 2,3,5-Trijodbenzoësäure. Von W. Heinze 169

Quantitativer biologischer Nachweis von Insektizidrückständen in Pflanzenmaterial mit höheren Gehalten an Lauch- und Senfölen. Von W. Weinmann 170

Beziehungen zwischen morphologischen Variationen und biochemischen Veränderungen bei Brassica oleracea L. Von W. Schuphan 170

Über eine Cytoplasma-Polyedrose der Nonnenraupe (Lymantria monacha L.). Von A. Huger und A. Krieg 170

BESPRECHUNGEN

F. Zwicky, Morphological Astronomy. (Ref.: H. Kienle) . . 172

G. Masing, Grundlagen der Metallkunde in anschaulicher Darstellung. (Ref.: U. Dehlinger) 172

Vom Sinn der Sinne

Ein Beitrag zur Grundlegung der Psychologie

Von Prof. Dr. **Erwin Straus**, Lexington (Kentucky), USA. Zweite, vermehrte Auflage. IX, 425 Seiten Gr.-8°. 1956. Ganzleinen DM 39.60

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthes*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (bis 1948 Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft).

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung und jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anschrift der Redaktion:
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 5 97 17

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 24 92 51) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinn der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Redaktionelle Hinweise

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat, und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen engbegrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind, und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zuschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Jennerstr. 21, Tel. 5 97 17.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Die Welt der Sinne

Eine gemeinverständliche Einführung in die Sinnesphysiologie

Von **W. v. Buddenbrock**, o. ö. Professor der Zoologie an der Universität Mainz. Zweite, neubearbeitete Auflage. 6.—11. Tausend. (Verständliche Wissenschaft, Band 19.) Mit 55 Abbildungen. VIII, 147 Seiten. Kl.-8°.

Ganzleinen DM 7.80

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

MITTEILUNGEN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

100. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte

Die 100. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte wird in den Tagen vom 28. September bis 2. Oktober 1958 in Wiesbaden stattfinden.

Vorläufiges Programm

Samstag, den 27. September 1958

nachmittags: Vorstandssitzung der Gesellschaft.

Sonntag, den 28. September 1958

vormittags: Schultagung.

Begrüßung und Einführung: Prof. S. STRUGGER, Münster i. Westf.

Prof. H. BEHNKE, Münster i. Westf.: Die deutsche Universität und der Lehrer am Gymnasium.

Prof. E. HAAG, Tübingen (1. Vorsitzender des Deutschen Altphilologenverbandes): Das Gymnasium und sein gegenwärtiger Bildungsauftrag.

Dr. H. KLUGE, VDI, Düsseldorf: Wirtschaft, Technik und das Gymnasium.

Schlußwort: Prof. S. STRUGGER.

nachmittags:

Feierliche *Eröffnungssitzung* mit Begrüßungsansprachen und Festrede des 1. Vorsitzenden, Prof. K. H. BAUER, Heidelberg.

abends: Festkonzert.

Montag, den 29. September 1958

Festsitzung der *Gesellschaft Deutscher Chemiker* mit Verleihung wissenschaftlicher Auszeichnungen.

Prof. Dr. W. KÖNIG, Dresden: Vortrag aus dem Gebiete der Polymethin-Farbstoffe.

Prof. Dr. E. SEGRÉ, Berkeley (USA): Negative Atomnummern-Antimaterie.

Prof. Dr. W. GROTH, Bonn: Deutsche Versuche zur Anreicherung der Uranisotope.

Prof. Dr. O. BAYER, Leverkusen: Polyurethane und Hochmolekulare.

Prof. Dr. TH. WIELAND, Frankfurt a. M.: Aus der Chemie der Polypeptide.

Prof. Dr. G. SCHRAMM, Tübingen: Viren und Nucleinsäuren.

abends: Fest-Oper.

Dienstag, den 30. September 1958

Prof. Dr. W. HEISENBERG, Göttingen: Allgemeiner Überblick über die Elementarteilchen.

Prof. Dr. W. PAUL, Bonn: Methoden zur Erzeugung und zum Nachweis von Elementarteilchen.

Prof. Dr. W. GENTNER, Freiburg: Eigenschaften der leichten und schweren Mesonen.

Prof. Dr. W. JENTSCHKE, Hamburg: Nachweis des Neutrinos und der Antinukleonen.

Prof. Dr. E. SCHOPPER, Frankfurt a. M.: Elementarteilchen in der Höhenstrahlung.

Prof. Dr. O. HACHENBERG, Adlersdorf (DDR): Radioastronomische Messungen.

Prof. Dr. H. SIEDENTOPF, Tübingen: Polarlicht und Nachthimmelleuchten.

abends: Öffentlicher Vortrag.

Prof. Dr. O. HAHN, Göttingen: Zur Geschichte der Uranspaltung und den aus dieser Entwicklung entspringenden Konsequenzen.

Mittwoch, den 1. Oktober 1958

Prof. Dr. O. WARBURG, Berlin-Dahlem: Über ein zellphysiologisches Thema.

Prof. Dr. K. FELIX, Frankfurt a. M.: Chemie und Funktion der Kerne tierischer Zellen.

Prof. Dr. H. TUPPY, Wien: Aminosäuresequenzen in Proteinen und Polypeptiden.

Prof. Dr. R. KUHN, Heidelberg: Biochemie der Rezeptoren und Resistenzfaktoren.

Prof. Dr. O. WESTPHAL, Freiburg i. Br.: Über die Antigene und ihre Wirkungsgruppen.

Prof. Dr. W. T. J. MORGAN, London: Blutgruppen, ihre Spezifität und genetische Bedeutung.

Prof. Dr. FR. HAUROWITZ, Bloomington: Synthese der Proteine und der Antikörper.

abends: Öffentlicher Vortrag.

Prof. Dr. K. JASPERS, Basel: Technik und Medizin.

Donnerstag, den 2. Oktober 1958

Prof. Dr. A. BUTENANDT, München: Wirkstoffe des Insektenreiches.

Prof. Dr. C. WACKER, Berlin: Chemotherapie und Bakterienresistenz.

Prof. Dr. R. JUNG, Freiburg: Zentrale Wirkungsmechanismen chemischer Substanzen und ihre neurophysiologischen Grundlagen.

Prof. Dr. W. MAYER-GROSS, Birmingham: Psychische Wirkungen chemischer Substanzen und ihre psychiatrische Bedeutung.

Prof. Dr. F. HOFF, Frankfurt a. M.: Das Lokalisationsproblem bei Krankheiten.

Prof. Dr. C. KAUFMANN, Köln: Vortrag aus dem Gebiet der Sexualhormone.

Prof. Dr. K. H. BAUER, Heidelberg: Zum Krebsproblem.

Schlußsitzung: Öffentlicher Vortrag von Prof. Dr. A. FABER, Tübingen, „Über Lautsprache und Gesang der Tiere".

Prof. Dr. K. H. BAUER
1. Vorsitzender für 1957/58

Prof. Dr. H. J. ANTWEILER
Generalsekretär

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

45. Jahrgang Heft 7 (Erstes Aprilheft) 1958

Die Abhängigkeit der Struktur und der Leistungen tierischer Gehirne von ihrer Größe

Von BERNHARD RENSCH, Münster (Westf.)

1. Einleitung

Die stammesgeschichtliche Entwicklung der Gehirne bietet eine Fülle von fesselnden Problemen. Diese Organe lassen in verschiedenen Stämmen und Klassen des Tierreichs eine progressive Entwicklung erkennen, die durch eine Zunahme rationellerer Arbeitsweise und rationelleren Reagierens auf die wechselnden Umweltsituationen, d. h. durch eine Zunahme der Autonomie gekennzeichnet ist. Dieser zunächst physiologischen Höherentwicklung läuft infolge einer gesetzmäßigen psychophysischen Zuordnung eine zunehmende Komplikation psychischer Vorgänge parallel, die wir nur bei uns selbst unmittelbar erleben können, die wir aber auf Grund berechtigter Analogieschlüsse (wegen gleicher cytologischer und histologischer Strukturen von Hirn und Sinnesorganen, wegen gleicher Funktionen und zum Teil gleicher Ausdrucksbewegungen) zumindest auch höheren Tieren in einem gewissen Ausmaß zugestehen dürfen. Die für die allgemeine Höherentwicklung im Tierreich so kennzeichnende *progressive* Entwicklung der Hirne ist nun aber in vielen Stammesreihen nicht leicht zu beurteilen. Die phylogenetische Kette der Arten und Gattungen zeigt nämlich einerseits eine sukzessive Zunahme des Körpervolumens (Copesche Regel) und damit auch eine absolute Hirngrößenzunahme, andererseits aber ist mit jeder Körpergrößenzunahme zunächst eine relative Verkleinerung der Hirne (Hallersche Regel) verknüpft. Es erhebt sich damit die Frage, welche Bedeutung einerseits der absoluten, andererseits der relativen Hirngröße für die Leistungshöhe zukommt.

Eine Analyse dieser Beziehungen führt zu einem ganzen Komplex von speziellen Problemen. Wir müssen zunächst einmal feststellen, wie sich — ohne Rücksicht auf die Copesche und Hallersche Regel — in ihrer *absoluten* Größe differierende Hirne verwandter, verschieden großer Tierarten anatomisch, histologisch und cytologisch unterscheiden. Zum Verständnis der dabei ermittelten Unterschiede der Proportionierung ist es dann notwendig, die individuelle Entwicklung der Hirnabschnitte, ihre Ontogenese zu prüfen. Dabei ist festzustellen, welche anatomischen und histologischen Strukturen selbständige Wachstumszentren aufweisen und wieweit in den einzelnen Wachstumsphasen eine Konstanz des relativen Zuwachses, d. h. etwa eines Hirnteils im Verhältnis zum ganzen Gehirn oder zum ganzen Körper vorliegt.

Nur in wenigen Fällen wachsen nämlich die Organe isometrisch, d. h. im gleichen Tempo wie der gesamte Körper, so daß die Proportionen gleich bleiben. Meist ist das Wachstum eines Organs relativ schneller oder relativ langsamer, d. h. positiv oder negativ allometrisch. Die anscheinend durch spezifische Wachstumsimpulse bedingte Konstanz der relativen Zuwachsrate gilt aber jeweils nur für eine bestimmte Wachstumsphase. Die anschließende Phase kann dann eine gesteigerte oder abgeschwächte allometrische Tendenz zeigen oder auch völlig von negativ in positiv allometrisch bzw. umgekehrt umschlagen. Nach dem Studium dieser Allometrieverhältnisse, durch welche die Proportionierung der Hirne und ihrer Strukturen für die verschiedenen absoluten Hirngrößen bestimmt wird, ist dann schließlich noch zu untersuchen, welche Funktionsänderungen mit den festgestellten anatomischen und cytoarchitektonischen Unterschieden verknüpft sind, d. h., ob verwandte Tiere mit verschiedener absoluter Hirngröße in zentralnervös bestimmten Leistungen, speziell in ihren Instinkten, in der Lernkapazität, in der Dauer des Behaltens und im Abstraktionsvermögen differieren. Dabei wird es sich aber auch als notwendig erweisen, die entsprechenden, mit der Körpergröße verknüpften Änderungen in den Sinnesorganen (und eventuell in den Hormondrüsen) zu berücksichtigen. Lassen sich für alle diese Unterschiede bestimmte *Regeln* aufstellen, so kann damit auch die Bedeutung der Zunahme absoluter Hirngröße, die (trotz relativer Verkleinerung) normalerweise mit der Zunahme der absoluten Körpergröße in den Stammesreihen verknüpft ist, beurteilt werden, d. h., es kann ein Beitrag zur Erklärung der Copeschen Regel geleistet werden.

Wir sehen also, daß es sich bei der Untersuchung der Abhängigkeit der Hirnstruktur und der Hirnleistungen von der Körpergröße zugleich auch um die bisher meist noch ausstehende Analyse einer „Synorganisation" (REMANE) handelt, d. h. um die Analyse der so außerordentlich komplexen Wandlungen, die fast mit jeder stammesgeschichtlichen Entwicklung verbunden sind. Haben doch alle Änderungen der Körpergröße, wie sie fast bei jeder Artbildung auftreten, Änderungen einer großen Zahl von korrelativ miteinander verknüpften morphologischen, anatomischen, histologischen, physiologischen und entwicklungsphysiologischen Merkmalen zur Folge (vgl. [*45e*]).

Nicht berücksichtigt werden kann hier vorläufig die Frage nach der *genetischen* Grundlage der Hirngrößen- bzw. Körpergrößenänderungen, weil diese nur erst in wenigen Fällen genauer bekannt ist. Es kann sich um die pleiotrope, d. h. an verschiedenen Merkmalen kenntliche Auswirkung nur eines Gens handeln, das etwa wie bei dem hypophysären Zwergwuchs die Reduktion eines Wachstumshormons bewirkt, oder um einen Komplex von Genen, die zusammenwirkend die Hirngröße bzw. die Körpergröße bestimmen, wie dies die unterschiedlichen Zuwachsraten (s. unten) wahrscheinlich machen. Bei stammesgeschichtlichen Fragestellungen ist dabei zu bedenken,

daß die Körpergröße oder die Hirngröße die Komplexeinheit ist, an der die Auslese angreift, nicht das einzelne Gen.

Bei der nun hier auf freundliche Anregung der Herausgeber vorgelegten Übersicht über die bisherigen Ergebnisse von Studien aus dem umrissenen Problemkreis beschränke ich mich im wesentlichen auf eine Reihe konkreter Befunde unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen von allometrischen Veränderungen in der Cytoarchitektonik und in den Hirnleistungen, Befunde, die ich zum großen Teil mit meinen Schülern und Mitarbeitern in den letzten 12 Jahren gewinnen konnte. In einigen Fällen ist mit den Resultaten auch schon eine mehr oder minder ausreichende Grundlage für Verallgemeinerungen gegeben.

2. Hirngröße und Hirnstruktur der Wirbeltiere in Abhängigkeit von der Körpergröße

a) Die Hallersche Regel und die Progressionsregel

Die Tatsache, daß fast stets große Wirbeltierarten *relativ* kleinere Hirne besitzen als verwandte, in der Lebensweise ähnliche, aber kleinere Arten, wurde schon 1762 [*19*] von A. VON HALLER festgestellt. Später konnte diese Regel von vielen Forschern bestätigt werden. Die relativen Hirngrößen-Unterschiede von verwandten Tieren mit starken Körpergrößenunterschieden sind sehr auffällig.

Berechnet man das Hirngewicht in Promille des Körpergewichtes, so ergeben sich z. B. für einen Löwen (*Leo leo*) von 182 cm Kopfrumpflänge 1,8‰; für eine Wildkatze (*Felis catus*) von 59 cm Kopfrumpflänge 9,5‰; — für ein Wasserschwein (*Hydrochoerus capybara*) von 102 cm Kopfrumpflänge 2,5‰; für Wanderratten (*Epimys decumanus*) von etwa 26,3 cm Kopfrumpflänge 5,2‰; für Hausmäuse von etwa 9 cm Kopfrumpflänge 22,6‰; — für den Strauß (*Struthio camelus*) 0,83‰; für die Nebelkrähe (*Corvus cornix*) 25,6‰; für die Schwanzmeise (*Aegithalos caudatus*) 62,5‰; — für die Riesenschlange (*Python molurus*) 0,11‰; für die Ringelnatter (*Tropidonotus natrix*) 1,26‰; — für den Thunfisch (*Orcynus thynnus*) 0,03‰; für den Schellfisch (*Gadus aeglefinus*) 1,7‰ (berechnet nach den Zusammenstellungen von TH. ZIEHEN 1899) [*66*].

O. SNELL [*58*] berechnete zum ersten Male in exakter Form auf Grund einer Funktionsformel das Verhältnis von Hirngewicht zu Körpergewicht verschieden großer Säugetiere. Er fand eine konstante Relation, die er durch einen Exponenten kennzeichnete, mit dem das Körpergewicht potenziert werden mußte, um das Hirngewicht zu ergeben. Die entsprechende Formel, heute als Allometrieformel für viele derartige Relations-Berechnungen verwendet, lautet Gehirngewicht $= b \times$ (Körpergewicht)$^{\alpha}$, wobei α den *allometrischen Exponenten* darstellt und b eine Konstante ist, die den Wert des Hirngewichts für das Körpergewicht 1 angibt und die abhängig ist von Geschlecht, Alter, Ernährungszustand und vor allem von speziellen Änderungen der entsprechenden Wachstumskorrelationen während der Phylogenese der verglichenen Arten (daher auch als Cephalisationsfaktor bezeichnet: s. unten).

Der Exponent α wurde von O. SNELL bei Säugern als 0,68 errechnet, später von DUBOIS [*15*], L. LAPIQUE [*27a*] und R. BRUMMELKAMP [*10*] als 0,56 (5/9) bestimmt. G. VON BONIN [*7*] errechnete auf Grund eines reichen Materials aus vielen Säugetierordnungen aber α = durchschnittlich 0,66, D. P. QUIRING [*41*] fand bei afrikanischen Huftieren $\alpha = 0{,}58$. L. LAPIQUE und P. GIRARD [*27d*] und L. LAPIQUE [*27c*] stellten auch bei Vögeln einen allometrischen Exponenten von 0,56 fest, und R. BRUMMELKAMP [*10a, b, c*] behauptete seine generelle Gültigkeit für alle Wirbeltierklassen. U. WELLENSICK [*63*] errechnete bei kleinen Zahnkarpfen (Poeciliiden) jedoch 0,69.

Handelt es sich nun aber um verschieden große Individuen oder Zuchtrassen *der gleichen Art*, so gilt ein viel kleinerer allometrischer Exponent von etwa 0,20 bis 0,25. So fanden sowohl L. LAPIQUE [*27a, b*] als auch B. KLATT [*23*] bei Hunden verschiedener Körpergröße α = durchschnittlich 0,25, L. VON BERTALANFFY und W. J. PIROZYNSKI [*5*] bei verschieden großen Exemplaren albinotischer Ratten 0,20, E. SCHLABRITZKY [*51*] bei verschieden großen Haushuhnrassen 0,21, R. BRUMMELKAMP [*10a, b, c*] aber für verschieden große Exemplare von Fröschen (*Rana esculenta, R. temporaria*) 0,56.

Natürlich sind solche für ganze Tiergruppen als gültig vorausgesetzte Durchschnittswerte immer nur Approximationen. Bei Berechnung für einzelne Artenpaare oder einzelne Gattungen oder Familien können die Werte noch viel abweichender sein, als die oben angegebenen Differenzen erkennen lassen. Es ist deshalb auch mancherlei Kritik an diesen Berechnungen geübt worden (vgl. [*4*], [*7*], [*44*], ferner D. SHOLL [*55*A]). Trotzdem dürfen wir als Resultat aller bisherigen Untersuchungen feststellen, *daß der interspezifische allometrische Exponent α für das Hirn von Wirbeltierarten verschiedener Körpergröße durchschnittlich etwa 0,56 bis 0,69 beträgt, der infraspezifische Exponent für verschieden große Individuen oder Zuchtrassen der gleichen Art etwa 0,20 bis 0,25.*

Der interspezifische Exponent lehrt also, daß sich bei stammesgeschichtlicher Vergrößerung einer Wirbeltierform das Hirn etwa proportional der Oberfläche des Tieres ($\alpha = 0{,}66$) verändert. Das ist verständlich, weil — worauf schon DUBOIS hinwies — das Nervensystem vor allem Flächen innerviert (Körper- und Organoberflächen) und das Gehirn als Zentrum, um seine normalen Funktionen aufrechtzuerhalten, dem Flächenwachstum proportional bleiben muß.

Etwas schwieriger ist die Frage zu beantworten, warum bei Individuen und bei Zuchtrassen einer Art der allometrische Hirnexponent sehr viel niedriger ist. Wahrscheinlich hindert in diesen Fällen der genetisch fixierte Bauplan und damit die artliche Konstanz der Neuronenzahl des Gehirns die Angleichung an den Allometrie-Exponenten von etwa 0,66. Zuchtrassen sind durch Auslese verschiedener Körpergrößen-Typen entstanden. Eine natürliche Selektion auf entsprechende Abwandlung der relativen Hirngröße durch Änderung der Neuronenzahl fehlte. Eine solche Deutung der Differenzen des infra- und interspezifischen Allometrieexponenten wird gestützt durch die Studien über Zellzahl und Zellgröße in der Hirnrinde (Cortex) von Nagetieren durch BOK und VAN ERP TAALMAN KIP [*6*] sowie BRUMMELKAMP [*10b, d*). Die Cortex-Zellzahl erwies sich bei verschieden großen Individuen der gleichen Art (und des gleichen Geschlechts) als konstant, und das durchschnittliche Zellvolumen ergab sich als etwa proportional der Potenz des Körpergewichts mit dem Exponenten 0,22 bzw. der Rumpflänge mit dem Exponenten 0,66. Die letztere Beziehung führt BRUMMELKAMP auf die entwicklungsphysiologische Korrelation von Chorda dorsalis (als bestimmend für die künftige Rumpflänge) und Neuralplatte zurück. Bei verschiedenen Arten bzw. verwandten Gattungen von unterschiedlicher Körpergröße wächst dagegen die Neuronenzahl etwa mit der Potenz des Körpergewichtes mit dem Exponenten 0,33. Diese zahlenmäßige Zunahme ist meines Erachtens auf eine natürliche Auslese bei der Artbildung zurückzuführen, die dafür sorgt, daß bei jeder Körpergrößenänderung die Funktion des Zentral-

nervensystems, d. h. die normale nervöse Versorgung des Körpers harmonisch angeglichen wird.

Eine tiefere Einsicht in die besprochenen korrelativen Zusammenhänge kann aber erst gewonnen werden, wenn wir nicht nur die Merkmale der erwachsenen Tiere, sondern auch ihre *Ontogenese* analysieren. Was sich stammesgeschichtlich ändert, sind die relativen Geschwindigkeiten des Wachstums der einzelnen Organe und Strukturen, d. h. die einzelnen „*Wachstumsraten*", deren gegenseitige Unterschiede stetige Proportionsänderungen eines heranwachsenden Tieres bedingen. Die Wachstumsraten der einzelnen Organe und Organteile sind nun in den meisten Fällen für jeweils längere ontogenetische Perioden insofern konstant, als der relative Zuwachs im Verhältnis zum ganzen Körper (oder zu einem Organ, von dem die untersuchte Struktur ein Teil ist) gleich bleibt. Das Gehirn der Wirbeltiere wächst zumeist pränatal schneller als der Gesamtkörper, positiv allometrisch ($\alpha > 1$), so daß es bei der Geburt relativ groß ist und nun sofort oder sehr bald zahlreiche nervöse Abläufe lenken kann. Postnatal wächst es deshalb langsamer, negativ allometrisch ($\alpha < 1$).

Die ontogenetische Allometrie kann sich natürlich auch *stammesgeschichtlich* auswirken. Wenn die Gene, welche die Wachstumsraten des Hirns bestimmen, unverändert bleiben, die erbliche Körpergröße jedoch zunimmt, wie dies häufig in der Phylogenese von Wirbeltierordnungen der Fall ist (Copesche Regel), so führt das verlängerte bzw. beschleunigte Wachstum der nun größeren Tierform automatisch zu einer relativen Verkleinerung des Hirns. Das wird z. B. deutlich beim Studium der Hirnontogenese verschieden großer Haushuhnrassen. SCHLABRITZKY [*51*], der das relative Hirngewicht bei Hühnerrassen verschiedener Körpergröße, und zwar bei Zwerghühnern, Italienern, Leghorn, Rhodeländern, Sperbern und Brahmas, vom Schlüpfen bis zum adulten Stadium bestimmte, stellte fest, daß alle Werte auf der gleichen Wachstumskurve liegen (Fig. 1), die mit steigendem Körpergewicht erst steil und dann immer allmählicher abfällt. Die Zwerge, die mittelgroßen Rassen und die Riesenrassen beenden nur jeweils ihr Wachstum später. Erwachsene Zwerghühner haben daher das gleiche relative Hirngewicht wie gleichschwere junge Riesenhühner. Ganz Entsprechendes fand HARDE [*20b*] bei Vergleich der Hirnontogenese zweier verschieden großer Zuchtstämme der Hausmaus. Vergleichen wir dagegen die Wachstumsraten von Gehirnen verwandter *Arten* verschiedener Körpergröße, so sehen wir meist, daß die Wachstumskurven nicht mehr identisch sind. Verändert haben sich fast stets der Wert der Konstanten *b* der Allometrieformel, aber auch der allometrische Exponent α, und oftmals sind ebenfalls die Zeitpunkte eines Allometriewechsels abgeändert. *Nur die generelle allometrische Tendenz ist gewöhnlich die gleiche geblieben.* Das wird noch deutlicher, wenn wir nicht das Wachstum des Gesamthirns vergleichen, sondern das Wachstum einzelner Abschnitte, die wegen ihrer verschiedenen Funktion ihrerseits wieder spezifische und untereinander stark abweichende Wachstumsgradienten aufweisen.

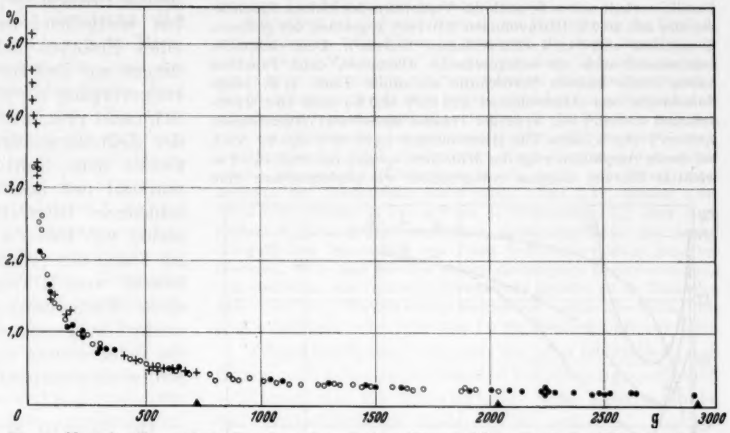


Fig. 1. Negativ allometrische Zunahme des relativen Hirngewichtes (in % des Körpergewichts: Ordinate) in der postnatalen Entwicklung von drei verschieden großen Haushuhnrassen (Körpergewichte: Abszisse). + Zwergrasse, O mittelschwere Rasse, ● große Rasse. Die Keile bezeichnen den Wachstumsabschluß bei den 3 Rassengruppen. (Nach E. SCHLABRITZKY)

So zeigt z. B. nach F. ROSES Untersuchungen [*49*] das Mittelhirn bei heranwachsenden Zauneidechsen (*Lacerta agilis*) im Verhältnis zum Gesamthirn einen Allometrieexponenten von 0,81, bei Bergeidechsen (*L. vivipara*) dagegen von 0,59 (Fig. 2). Für das Volumen des Riechlappens (Lobus olfactorius) im Verhältnis zum Gesamthirnvolumen errechnete ROSE bei der Zauneidechse $\alpha = 1{,}38$, bei der Bergeidechse $\alpha = 1{,}66$, für das Vorderhirn bei der Zauneidechse $\alpha = 1{,}24$, bei der Bergeidechse $\alpha = 1{,}31$.

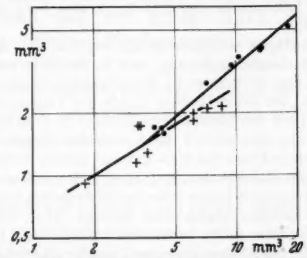


Fig. 2. Volumen des Mittelhirns (Ordinate) im Verhältnis zum Gesamthirnvolumen (Abszisse) in doppelt logarithmischer Auftragung bei der postnatalen Ontogenese von 2 Eidechsen verschiedener Körpergröße. + *Lacerta vivipara*, ● *L. agilis*. (Nach F. ROSE)

Über die allometrischen Beziehungen des Vorderhirns zum Gesamthirn liegen leider nur erst wenige Untersuchungen vor. Sie sind indes von großer Bedeutung, weil sie erkennen lassen, daß jeweils in der entscheidenden Wachstumsperiode *das Vorderhirn positiv allometrisch zum Gesamthirn* wächst und daß große Arten dementsprechend auch ein relativ größeres Vorderhirn haben als verwandte und vergleichbare kleinere Arten.

Das letztere konnte U. WELLENSIEK [*63*] feststellen bei verschieden großen *Zahnkarpfen:* bei *Heterandria dispar* (♀ durchschnittlich 0,15 g) 13,2 % des gesamten Hirnvolumens, bei *Lebistes reticulatus* (♀ durchschnittlich 0,56 g) 14,5 %, bei *Xiphophorus helleri* (♀ durchschnittlich 1,61 g) 18,8 %. Der Befund ist wichtig, weil das Vorderhirn bei Knochenfischen (Teleostiern) noch von untergeordneter Bedeutung ist (s. unten) und das viel wichtigere Mittelhirn merkwürdigerweise eine negative Tendenz zeigt: *Heterandria* ♀ 50,7 %,

Lebistes ♀ 45,4 %, *Xiphophorus* ♀ 41,4 %. Bei den ♂♂ sind die Abstufungen entsprechend. Für *Urodelenarten* verschiedener Körpergröße machte M. RÖHRS [*48*] ähnliche Feststellungen. Das Vorderhirnvolumen in % des Gesamthirnvolumens (ohne Ventrikel und ohne Medulla oblongata) beträgt z. B. beim Teichmolch (*Triturus vulgaris*) durchschnittlich 58,6 % (Hirnvolumen 3,85 cm³), beim Kammolch (*Tr. cristatus*) 64,0 % (Hirnvolumen 8,44 cm³), beim Marmormolch (*Tr. marmoratus*) 66,0 % (Hirnvolumen 10,16 cm³). Parallel verhält sich z. B. auch das Vorderhirn der kleinen *Salamandra atra* mit 60,7 % (Hirnvolumen 9,10 cm³) gegenüber der größeren *S. maculosa* mit 64,9 % (Hirnvolumen 20,0 cm³). Dem entspricht anscheinend auch die ontogenetische Allometrie, denn Jungtiere haben relativ kleinere Vorderhirne als adulte Tiere: z. B. junge *Salamandra atra* (Hirnvolumen 3,20 cm³) 48,7 %, altes Tier (Hirnvolumen 9,10 cm³) 60,7 %, junger *Triturus marmoratus* (Hirnvolumen 2,49 cm³) 49,5 %, altes Tier (Hirnvolumen 10,16 cm³) 66,0 %. Auch bei diesen Amphibien zeigt das *Mittelhirn*, speziell das funktionell so wichtige Tectum, dagegen ontogenetisch wie phylogenetisch eine

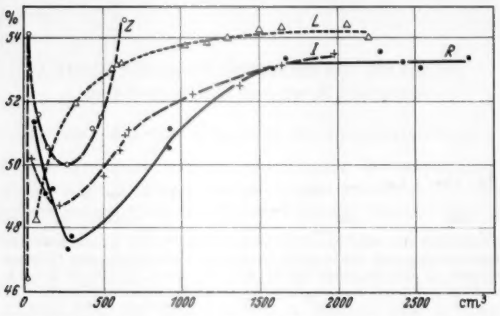


Fig. 3. Korrelation zwischen dem relativen Vorder- und Zwischenhirnvolumen (in % des Gesamthirnvolumens: Ordinate) und dem Körpervolumen (Abszisse). ○ Zwerghühner, ● Rhodeländer, + Italiener, △ Leghorn. Je Durchschnittswerte von 2 oder 3 Hähnen. Bei den großen Leghorn ist eine pränatale negativ allometrische Phase wahrscheinlich. (Nach E. KRUMSCHMIDT)

negative Allometrie: z. B. *Tr. vulgaris* 20,3 % des Gesamthirns, *Tr. cristatus* 20,0 %, *Tr. marmoratus* 18,5 %, junger *Tr. marmoratus* aber noch 20,6 %, *Salamandra atra* 17,6 % (*S. atra* jung aber 19,2 %), *S. maculosa* 17,0 %.

Bei *Haushühnern verschiedener Körpergröße* gilt die Regel der relativen Vorderhirnvergrößerung, wie E. KRUMSCHMIDT [*25*] feststellte, nicht. Das Vorderhirn (+ Zwischenhirn) beträgt bei Zwerghühnern 54,2 %, bei Rhodeländern 52,9 %, bei Italienern 53,5 % und bei Leghorn 53,9 % des Gesamthirnvolumens (je Durchschnittswerte von 3 ♂♂). Wohl aber wächst das Vorderhirn postnatal nach einer kürzeren negativen Phase (bis 200—300 cm³ Körper-Volumen) positiv allometrisch zum Körpervolumen (Fig. 3). Bei *wilden Hühnerarten und auch bei Singvögeln* haben indes große Arten ein relativ größeres Vorderhirn als kleinere vergleichbare Formen [*27e*], [*60*]. Das gilt auch für verschieden große erwachsene *Säugetiere* [*15b*]. In der Ontogenese liegt bei Säugern eine stark positiv allometrische Wachstumsphase in der uterinen Periode. Postnatal wächst das Vorderhirn anscheinend meist isometrisch oder schwach negativ allometrisch zum Gesamthirn (vgl. DONALDSON [*14*] für die Ratte, LATIMER [*30*] für die Katze, SIWE [*57*] u. a. für den Menschen).

Diese ontogenetisch wie phylogenetisch meist positive Wachstumsallometrie des Vorderhirns hat sich wahrscheinlich in der Phylogenese der Wirbeltierklassen deshalb erhalten, *weil eine Zunahme von nervösem Material im Gehirn stets von Vorteil ist* (intensivere sensorische wie motorische Reaktionen, Möglichkeit einer sukzessiven Arbeitsteilung und einer Übernahme zusätzlicher, speziell assoziativer und Gedächtnis-Funktionen). Die Zunahme fand in einem Hirnteil statt, der zunächst von untergeordneter Bedeutung war (Riechhirn), der aber mit seiner relativen Vergrößerung schon bei Anamniern gewissermaßen prädestiniert war, einmal größere Bedeutung zu gewinnen. Wie wir sehen werden, haben allgemein solche zusätzlich entstehenden Neuronenkomplexe die Chance, *übergeordnete Funktionen* zu übernehmen, weil die bereits vorhandenen Hirnteile mit konstanten Funktionen „gefüllt" sind.

Wie die allometrischen Unterschiede der einzelnen Hirnabschnitte zustande kommen und wie speziell neue gesonderte Komplexe entstehen, ist noch weitgehend ungeklärt. Es handelt sich hier um das generelle *Problem der „Wachstumsintensitäten"*, die offenbar weitgehend den ganzen Differenzierungsprozeß eines Embryos beherrschen. Bestimmte Gene bedingen zur Zeit ihres Eingreifens in den Differenzierungsvorgang ein lebhafteres Wachstum, wahrscheinlich meist primär infolge einer lokalen Beschleunigung der Zellteilungsfolge. Diese Wachstumszentren entziehen dem Nahrungsstrom des Körpers Aufbaumaterial mit besonderer, im einzelnen jeweils verschiedener Intensität (Prinzip der Materialkompensation vgl. RENSCH [*45a, e*], VON BERTALANFFY [*4*]) im Sinne der „abgestimmten Reaktionsgeschwindigkeiten" von R. GOLDSCHMIDT. Wahrscheinlich sind diese Wachstumszentren durch intensiveren Stoffwechsel ausgezeichnet. Unklar ist aber bislang, wie die Polarisierung zustande kommt, die der größeren Stoffwechselaktivität zugrunde liegt (man vgl. dazu [*22*], [*61*] u. a.).

Bei Säugern, speziell beim Vergleich verschieden großer Nagetierarten, konnte weiterhin auch noch festgestellt werden, daß die *Cortex-Oberfläche* phylogenetisch ebenfalls mit der Potenz des Körpergewichts mit dem Exponenten 0,56 bzw. mit der Potenz der Körperoberfläche mit dem Exponenten 0,83 zunimmt, während die durchschnittliche *Cortex-Dicke* der Quadratwurzel der linearen Körperdimensionen proportional ist [*6*]. Die *Anzahl der Cortex-Zellen* erwies sich bei adulten Nagetieren als proportional der Länge des Rückenmarks [*10b*]. Weiterhin nimmt mit wachsender absoluter Hirngröße bei Säugern mit gefaltetem Vorderhirn auch die *Zahl der Furchen* zu. Nach Untersuchungen von LANDAU [*26*] und HARDE [*20d, e*] zu urteilen, ist es nicht unwahrscheinlich, daß das erblich fixierte Furchenbild zum Teil durch histomechanische Wirkungen an den Grenzen verschieden intensiv wachsender Hirnregionen zustande kommt. Umgekehrt tragen aber zusätzliche Furchenbildungen bei größeren Säugern wahrscheinlich auch dazu bei, neue funktionelle Einheiten durch die Furchen abzugrenzen.

Die Vergleiche der relativen Hirngewichte und der Hirnstruktur verwandter Tierarten verschiedener Körpergröße dienen als Ersatz für den Vergleich von Größenstufen echter Stammesreihen. Die Extrapolation von solchen anatomischen Reihen auf phylogenetische Entwicklungsvorgänge ist im allgemeinen unbedenklich, weil wir für verwandte Arten jeweils eine gemeinsame Stammform voraussetzen dürfen und weil erkannte Regeln, die für viele Tierarten gelten, auch bei den gemeinsamen stammesgeschichtlichen Vorfahren vorausgesetzt werden müssen.

Bedenklich ist der Vergleich ferner stehender Arten aber deshalb, weil bei der Phylogenese neben der Hallerschen Regel auch noch eine *Progressionsregel* wirksam ist, die besagt, *daß in vielen Stammesreihen die relative Hirngröße und ganz speziell die Vorderhirngröße anwächst.* Das wurde zuerst von LARTET [*28*] und besonders von MARSH [*35*] an Hirnausgüssen frühtertiärer Säugetiere festgestellt. In neuerer Zeit hat dann T. EDINGER [*16*] an der Pferdereihe von

Eohippus (= *Hyracotherium*) bis *Equus*, aber auch an frühtertiären Brontotheriiden, an Creodonta (*Thinocyon* als Vorfahre heutiger Raubtiere) sowie an Condylarthra (*Phenacodus*) gezeigt, daß in den verschiedenen Stammesreihen der Säugetiere die absolute wie relative Hirngröße und vor allem die Vorderhirngröße zunimmt und daß dabei das Vorderhirn die hinteren Hirnteile in steigendem Maße überdeckt. Bei paläozänen und frühen eozänen Arten liegen die Hirnabschnitte noch reptilienhaft hintereinander, und das Vorderhirn ist stets noch verhältnismäßig klein. Erst nachdem sich die Körper und Schädel der Säugetiere im Laufe des frühen Tertiärs stärker in die einzelnen Ordnungen zu differenzieren begannen, folgten die Hirne mit ihrer Spezialentwicklung. Auch in der Stammesreihe des Menschen ist die starke relative Zunahme des Vorderhirns unverkennbar. Da Stammesreihen normalerweise eine zunehmende Körpervergrößerung und damit absolute Hirnvergrößerung (Copesche Regel) zeigen, so kann also die damit verbundene relative Hirnverkleinerung durch die Progressionsregel aufgehoben werden. Das erschwert im Einzelfalle die Berechnung der Allometrieexponenten. Wir können die beiden gegeneinanderwirkenden Regeln aber trennen, wenn wir den Allometrieexponenten aus der Ontogenese oder aus der Variationsbreite größerer und kleinerer erwachsener Exemplare berechnen. Dann wird die in der Allometrieformel vorhandene Konstante b im wesentlichen (bei sonst gleichem physiologischem Zustande) den phylogenetischen *Progressionsfaktor* darstellen. Das hatte schon E. DUBOIS erkannt, der diese Konstante (bei ihm R) als Cephalisationsfaktor bezeichnete. Tragen wir in einem in beiden Richtungen logarithmisch anwachsenden Koordinatensystem als Abszissen die absoluten Körpergewichte, als Ordinaten die absoluten Hirngewichte von Entwicklungsstadien zweier verschiedener Arten ein, so liegen die Werte bei vorhandener Allometrie je auf einer Geraden, deren Neigungswinkel α unmittelbar den Allometrieexponenten und deren eventueller Abstand voneinander den Progressionsfaktor angibt (vgl. Fig. 2).

DUBOIS war nun der Meinung, daß in der Phylogenese der Säugetiere das Hirn jeweils durch Volumverdoppelungen anwächst, während BRUMMELKAMP [*10 b*] späterhin für alle Wirbeltiere kleinere Cephalisationssprünge im Sinne einer geometrischen Reihe mit dem Modulus $\sqrt{2}$ annahm. Beide Ansichten setzen voraus, daß das Hirn bzw. das Vorderhirn insgesamt jeweils durch eine Zellteilungsrate mehr anwächst. Das ist aber sehr unwahrscheinlich, weil die einzelnen Regionen jeweils spezifische und oft in der Richtung der Allometrie (positiv oder negativ) stark unterschiedene Wachstumszentren aufweisen, also offenbar auch durch gesonderte Erbfaktoren gesteuert werden (vgl. das nächste Kapitel). Wir müssen deshalb annehmen, daß die Progression unregelmäßiger und allmählicher erfolgt (man vergleiche auch D. SHOLLS Kritik [*55* A] der Ansichten von DUBOIS u. BRUMMELKAMP sowie WIRZ [*65*]).

PORTMANN [*40a, b*] und seine Mitarbeiterin WIRZ [*65*] haben einen anderen Weg versucht, den Progressionsfaktor zu bestimmen. Sie dividieren das Hirngewicht eines Säugetiers durch eine künstliche Grundzahl, die das Gewicht des Hirnstamms (= Hirn abzüglich Neopallium, Riechhirn und Cerebellum) angeben würde, wenn das Tier ein Insectivor wäre. Durch diese Bezugnahme auf ein Säugetier mit besonders niedriger Cerebralisationsstufe soll also die phylogenetische Höherentwicklung besonders eindeutig erfaßt werden. Das mag zunächst einleuchtend erscheinen. Es ist meines Erachtens aber zu bedenken, daß die Stammesreihen der Pferde, Raubtiere usw., wie wir sahen (vgl. [*16c*]), im frühen Tertiär jeweils nicht mit dem Hirntyp heutiger Insectivoren begannen, sondern mit einem noch viel primitiveren, mehr reptilhaften Typ. So sind denn auch die Indexwerte, die K. WIRZ für das Neopallium von Säugetieren erhielt, zum Teil nicht überzeugend: der Elefant hat einen höheren Index (70,0) als die Menschenaffen (49,0), die Halbaffen haben einen niedrigeren Index (13,5) als die Hirsche (20,1), die Hundeartigen (18,4) und Katzenartigen (18,4) einen niedrigeren Index als die Schweine (28,2), die Anseres (5,70) einen niedrigeren Wert als die Steganopoden (9,71) usw. Sehr wertvoll sind aber die Feststellungen PORTMANNS und seiner Schüler über die Differenzen des Entwicklungsrhythmus, die Nesthocker und Nestflüchter aufweisen, da bei ersteren der *post*natale relative Zuwachs der progressiven Hirnteile ein viel bedeutenderer ist [*40c*].

Schließlich ist noch eine Methode zur Bestimmung der Cephalisationshöhe von Wirbeltieren zu erwähnen, die durch ihre Einfachheit besticht. MALTHANER [*33*] ging von dem Gedanken aus, daß von 2 Arten mit zufällig gleichem *relativem* Hirngewicht diejenige Art die höhere Cerebralisation besitzt, die dabei das größere *absolute* Hirngewicht hat. Er multiplizierte deshalb das absolute mit dem relativen Hirngewicht, das seinerseits absolutes Hirngewicht/Körpergewicht bedeutet, und erhielt derart einen *Komparabilwert* = (absolutes Hirngewicht)^2/Körpergewicht. Es ergab sich derart unter anderem die Stufenreihe Katze 0,25, Löwe 0,42, Makak 0,91, Pferd 0,97, Gorilla 2, Orang-Utan 3, Schimpanse 5,3, aber auch Elefant 8 (Mensch 35). Auch diese Reihenfolge kann also wegen der zu hohen Einstufung von Pferd und Elefant nicht ganz befriedigen. Was aber für eine solche gleichzeitige Berücksichtigung von absolutem und relativem Hirngewicht spricht, ist die Tatsache, daß — wie im 5. Kapitel gezeigt werden soll — dem absoluten Hirngewicht eine sehr hohe Bedeutung für die Hirnleistungen zukommt.

Zusammenfassend können wir also feststellen, daß bisher noch keine ausreichenden Berechnungsmethoden existieren, um die Entwicklungs- und Leistungshöhe des Wirbeltierhirns eindeutig zu erfassen. Im allgemeinen kann aber bei Anwendung eines für eine Tiergruppe festgestellten durchschnittlichen Allometrie-Exponenten (um 0,66) der Cephalisationsgrad (Konstante b) relativ gut bestimmt werden. Um die wirkliche Leistungshöhe eines Hirns abzuschätzen, muß aber zusätzlich auch noch die absolute Hirngröße gewertet werden, eventuell im Sinne des besprochenen Komparabilwertes. Völlig genügen können aber alle derartigen Berechnungen deshalb nicht, weil die Leistungshöhe des Hirns auch noch bestimmt wird durch die Zelldichte, durch den Verzweigungsgrad der Ganglienzellen und vor allem durch die relativen Größen der einzelnen Regionen und Areae, speziell der 7schichtigen Rinde. Am Zoologischen Institut in Münster haben wir uns deshalb auch dem Problem der ontogenetischen und phylogenetischen Allometrie der Hirnfelder zugewandt.

b) Allometrische Differenzen von Hirnrindenregionen

SARKISSOW [*50*] hatte zum ersten Male festgestellt, daß einige cytoarchitektonisch gut gekennzeichnete Vorderhirnfelder ein unterschiedliches postnatales Wachstumstempo aufweisen: bei Hunden wächst die Area striata, das Sehzentrum, schneller als die motorische Rinde der Area agranularis frontalis und der A. gigantopyramidalis. Ein genaueres Studium der allometrischen Verhältnisse von Cortexfeldern führte aber erst HARDE [*20a*] durch. An 16 Hirnen von Mäusen vom 4. bis zum 50. Lebenstage konnte er zeigen, daß bei den meisten Regionen ein Allometriewechsel am Tage der Augenöffnung (13. Tag) und in der Periode der beginnenden Geschlechtsreife (35. bis 42. Tag) eintritt. Der Semicortex (Riechzentrum) z. B. wächst bis zum 13. Tag negativ, dann bis zur Geschlechtsreife schwach positiv, weiterhin wieder schwach negativ allometrisch bis isometrisch. Ein anderes phylogenetisch älteres, gleichfalls der Riechfunktion dienendes Gebiet, der Schizocortex, wächst bis zur Geschlechtsreife überwiegend negativ allometrisch (Fig. 4, oben). Das komplizierteste, phylogenetisch jüngere und relativ größte Rindengebiet,

der Isocortex, speziell der Holocortex 7-stratificatus wächst dagegen bis zur Geschlechtsreife mehr oder minder positiv allometrisch (Fig. 4, unten), der hier einbezogene Holocortex 5-stratificatus nur bis zur Augenöffnung positiv, dann negativ allometrisch. In dieser Weise konnte HARDE für viele Regionen und einige Areae die relativen Wachstumsgeschwindig-

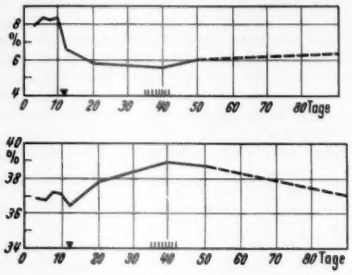


Fig. 4. Veränderung der relativen Oberfläche des Schizocortex (oben) und des Holocortex 7-stratificatus (unten) in % der ganzen Hemisphären-Oberfläche (Ordinate) während der postnatalen Ontogenese der weißen Maus. Keil = Tag der Augenöffnung, schraffierte Partie = Beginn der Geschlechtsreife. (Nach K. W. HARDE)

keiten klären. Spätere Untersuchungen [*20b, c*] lehrten, daß bei Hauskaninchen die postnatale Ontogenese der größeren Rindengebiete ganz ähnlich verläuft. Mit anderen, ungenaueren Messungsmethoden (Ausmessen aufgelegter Silberpapierfolien) glaubte BRUMMELKAMP [*10a*] beim Schaf dagegen ein iso-

Tabelle 1. *Oberfläche cytoarchitektonisch gut unterschiedener Rindengebiete des Vorderhirns in Prozenten der gesamten Rindenoberfläche bei dem Hauskaninchen und verschieden großen Nagetieren. In Klammern: untersuchte Hemisphärenanzahl.* (*Nach* CH. SCHULZ *u.* K. W. HARDE)

	(14) Oryctolagus cuniculus (domest.)	(12) Epimys decumanus (Albino)	(6) Mus musculus (Albino)	(6) Micromys minutus
durchschn. Gew. .	2957 g	214 g	26 g	7 g
Isocortex	59,0	53,6	49,4	52,8
Bicortex	25,0	23,1	22,9	23,5
Schizocortex . . .	—	9,6	9,0	8,8
Semicortex	9,3	13,9	18,7	14,9

metrisches Wachstum der Cortexregionen nachweisen zu können. Auf Grund von SARKISSOWs und HARDEs sorgfältigen Studien muß man diese Angaben aber in Zweifel ziehen.

Es war nun von Interesse festzustellen, ob und wieweit die ontogenetisch verschiedenen Wachstumsgradienten *phylogenetisch* zunächst ähnlich bleiben, so daß verwandte Arten verschiedener Körpergröße ähnliche Differenzen aufweisen wie jüngere und ältere Exemplare einer Art. CH. SCHULZ [*53*] verglich deshalb die Rindengebiete von Ratte (*Epimys*), Maus (*Mus*) und Zwergmaus (*Micromys*), HARDE [*20c*] stellte die Unterschiede von zwei indischen Zwergeichhörnchen-Arten (*Funambulus*) gegenüber Rieseneichhörnchen (*Ratufa*) und von Hauskaninchen-Rassen verschiedener Körpergröße fest, und F. LÜTGEMEIER (unveröffentlicht) verglich zwei verschieden große Flughunde (*Pteropus, Rousettus*) und zwei verschieden große kleine Fledermausarten (*Eptesicus* und *Myotis*). Die Ergebnisse laufen bei allen 3 Tiergruppen für einige cytoarchitektonisch gut unterschiedene Hauptgebiete parallel, zeigen aber zum Teil auch Abweichungen. Wie die Tabellen 1 bis 3 lehren, wachsen die relativen Werte des *Isocortex*, d. h. der 7- und 5-schichtigen Rinde, mit zunehmendem Körpergewicht an, entsprechend seiner überwiegend positiv allometrischen postnatalen Wachstumstendenz bei der Maus. Es ist dies das ausgedehnteste, komplizierteste und progressivste Cortexgebiet. Der *Bicortex*, d. h. die zweischichtige Rinde, nimmt dagegen mit zunehmender Körpergröße bei Eichhörnchen und Fledermäusen ab, bei Maus und Ratte bleibt er relativ gleich groß, beim

Tabelle 2. *Oberfläche cytoarchitektonisch gut unterschiedener Rindengebiete des Vorderhirns in Prozenten der gesamten Rindenoberfläche bei verschieden großen indischen Eichhörnchen-Arten. In Klammern: untersuchte Hemisphärenanzahl.* (*Nach* K. W. HARDE)

	(3) Ratufa indica	(3) Funambulus tristriatus	(4) Funambulus palmarum
durchschn. Gew. .	1237 g	181 g	111 g
Isocortex	70,5	60,1	62,4
Bicortex	14,4	19,3	18,2
Schizocortex . . .	6,3	6,4	6,6
Semicortex	9,2	14,1	12,8

Kaninchen (das jedoch kein echtes Nagetier ist) ist er größer. Dieses Gebiet wächst bei der Maus aber im wesentlichen positiv allometrisch. Der phylogenetisch ältere *Semicortex*, welcher vornehmlich der Riechfunktion dient, nimmt dagegen an relativer Ausdehnung mit wachsender Körpergröße ab. Es entspricht dies der negativen Wachstumstendenz bei der Maus, die allerdings nur bis zur Zeit der Augenöffnung anhält, um dann

Tabelle 3. *Oberfläche cytoarchitektonisch gut unterschiedener Rindengebiete des Vorderhirns in Prozenten der Gesamtoberfläche des Cortex bei verschieden großen Flughund- und Fledermaus-Arten. Berechnungen für je 1 Hemisphäre.* (*Nach* F. LÜTGEMEIER)

	Pteropus medius	Rousettus leschenaulti	Eptesicus serotinus	Myotis daubentoni
durchschn. Gew.	723,1 g	85,0 g	19,7 g	8,4 g
Isocortex	63,9	53,8	39,8	37,4
Bicortex	18,4	23,3	34,2	33,6
Schizicortex . . .	5,0	6,0	9,7	12,9
Semicortex	12,7	16,9	16,3	16,1

von einer schwächeren positiven Allometrie bis zur Geschlechtsreife abgelöst zu werden. Der *Schizocortex*, der bei der Maus postnatal im wesentlichen negativ allometrisch wächst, zeigt beim Vergleich verschieden großer erwachsener Arten eine entsprechende relative Abnahme bei den Fledermäusen, während er bei den Eichhörnchen und Mäusen etwa gleich bleibt. Wir sehen also: *wesentliche Allometrie-Tendenzen des postnatalen Wachstums von Hirnfeldern wirken sich auch bei stammesgeschichtlicher Größenzunahme von Arten und Gattungen entsprechend aus. Das gilt vor allem für den größten, kompliziertesten und progressivsten Rindenabschnitt, den Isocortex, der ontogenetisch wie phylogenetisch eine positive Allometrie aufweist.*

Im einzelnen sind aber auch mancherlei *Ausnahmen* festzustellen. So hat das Zwergeichhörnchen *Funambulus tristriatus* einen relativ kleineren Isocortex und relativ größeren Semicortex als die merklich kleinere Art *F. palmarum*. Spezielle Unterschiede in der Lebensweise (*palmarum* ist Kulturfolger, *tristriatus* scheues Hochwaldtier) haben hier also wohl während der Phylogenese der beiden Arten die einzelnen Wachstumsgradienten etwas verändert. Die Zwergmaus (*Micromys*) fällt fast mit allen ihren relativen Werten aus der Reihe Ratte-Maus-Zwergmaus heraus. Vor allem ist der Isocortex relativ zu groß. Man darf in diesem Falle aber wohl annehmen, daß die Abweichungen dadurch zustande gekommen sind,

daß bei der Zwergmaus die biologisch tragbare untere Körpergrößengrenze eines Nagetieres erreicht ist und deshalb eine günstigere Proportionierung erzwungen wurde, indem speziell der Wachstumsgradient für das progressivste und ausgedehnteste 7- und 5-schichtige Rindengebiet stärker positiv allometrisch wurde. Derartige Strukturänderungen an der unteren biologischen Körpergrößengrenze konnte der Verfasser auch an anderen Organsystemen in den verschiedensten Tiergruppen aufweisen ([*45e*], S. 180ff.).

Für eine Anzahl von Chiropteren (Fledermausartigen) hat neuerdings R. SCHNEIDER [*52*] den prozentualen Anteil des gesamten Neopalliums an der Gesamtoberfläche des Vorderhirns bestimmt. Er fand keine Beziehungen zur absoluten Größe. Nun sind die phylogenetisch meist alten Fledermausfamilien wohl in ihrer Stammesgeschichte mancherlei Sonderselektionen unterworfen gewesen. Im übrigen ist aber doch aus SCHNEIDERS Tabelle 6a zu errechnen, daß die Fledermaus mit dem kleinsten Vorderhirn, *Miniopterus* (eine Hemisphäre ohne Bulbus olfactorius 11,7 mm²),

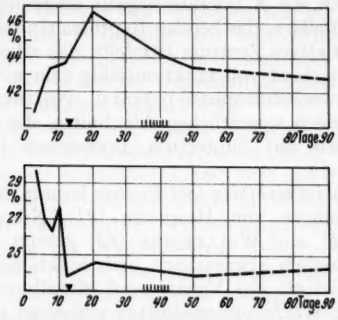


Fig. 5. Verschiedene Wachstumsallometrie der Oberflächen zweier Regionen des Semicortex der weißen Maus. Oben Regio praepyriformis, unten R. peramygdalaris in % des ganzen Schizocortex (Ordinate). Keil = Zeit der Augenöffnung, schraffierte Partie = Beginn der Geschlechtsreife. (Nach K. W. HARDE)

auch den kleinsten Neopallium-Anteil hat (30,5 %), die größte Art, *Pteropus* (Hemisphäre 715,8 mm²), einen relativ großen (38,8 %). Innerhalb der Pteropiden hat der kleinere *Rousettus* (Hemisphäre 98,0 mm²) einen kleineren Neocortex-Anteil (36,9 %). (Zu beachten ist aber, daß F. LÜTGEMEIER viel höhere Werte angab, daß also SCHNEIDER den Neocortex offenbar anders abgrenzte.) Auch hat die größte Gattung der Phyllostomatiden, nämlich *Phyllostomus* (Hemisphäre 161,2 mm²), einen deutlich größeren Neocortex-Anteil (41,0 %) als die vier untersuchten kleineren Gattungen (33,2 bis 38,8 %; Hemisphäre 70,7 bis 98,8 mm²). Eine generelle Regel der Größenabhängigkeit gilt indes für die Chiropteren sicherlich nicht. Speziell die Neocortex-Anteile von *Natalus* (42,7 % bei Hemisphäre 44,6 mm²) und *Phyllostomus* (41,0 % bei Hemisphäre 66,5 mm²) sind unverhältnismäßig groß.

Zu bedenken ist nun weiterhin auch, daß ein Vergleich zwischen den ontogenetischen und phylogenetischen allometrischen Tendenzen sehr erschwert ist, wenn ein starker Allometriewechsel bzw. eine Allometrieumkehr, etwa in der Phase der Augenöffnung oder der beginnenden Geschlechtsreife, einsetzt. Es kann nämlich stammesgeschichtlich bald die erste, bald die zweite Wachstumsphase abgeändert sein, und das kann jeweils einen sehr verschiedenen Effekt auf die endgültige Konfiguration beim erwachsenen Tier haben (vgl. [*45c*]).

HARDE [*20a*] hatte nun weiterhin bei der Maus nachgewiesen, *daß auch kleinere Teilregionen der Hirnrinde jeweils spezifische, von Nachbargebieten unterschiedene postnatale Wachstumsgradienten aufweisen, und auch solche Teilgebiete unterscheiden sich in ihrer relativen Ausdehnung bei verwandten größeren und kleineren Arten.* Im Gebiet des Semicortex wächst bei der Maus z. B. die Regio praepyriformis bis zum 20. Lebenstage stark positiv, anschließend bis zur Geschlechtsreife stark negativ allometrisch im Verhältnis zum gesamten Semicortex, die Regio peramygdalaris wächst dagegen überwiegend negativ allometrisch, speziell bis zum 13. Tage (Fig. 5). Trotzdem zeigt aber die Ratte bei der letztgenannten Region einen (statistisch realen) höheren Wert (27,7 %) als die Maus (24,5 %). Auch in diesem Falle ist also der ontogenetische Gradient bei der Artbildung abgewandelt worden. Dagegen liegen möglicherweise (statistische

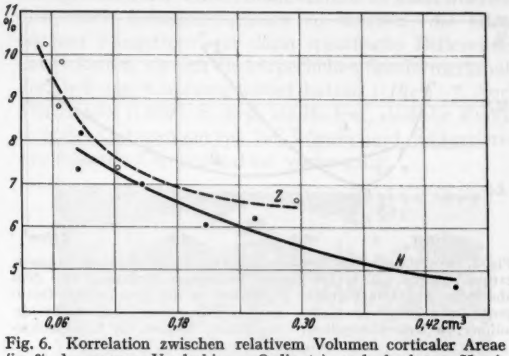


Fig. 6. Korrelation zwischen relativem Volumen corticaler Areae (in % des ganzen Vorderhirns: Ordinate) und absolutem Hemisphärenvolumen (Abszisse) in der postnatalen Ontogenese von zwei verschieden großen Haushuhnrassen. ● New Hampshire, O Zwerghühner. (Nach E. KRUMSCHMIDT)

Realität meist nicht erwiesen) Übereinstimmungen der ontogenetischen und phylogenetischen Tendenzen bei Maus und Ratte vor für die Regio retrobulbaris + Taenia tecta, Cornu Ammonis + Subiculum, R. praepyriformis + Tuberculum olfactorium und Septum pellucidum + R. diagonalis.

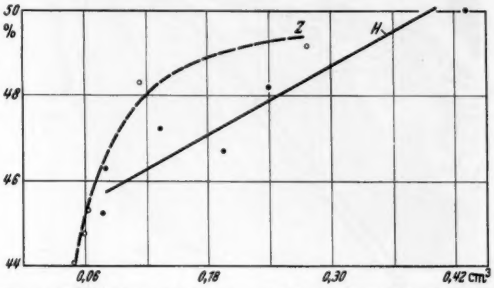


Fig. 7. Korrelation zwischen dem relativen Neostriatum-Volumen (in % des ganzen Striatums: Ordinate) und dem absoluten Striatum-Volumen (Abszisse) in der postnatalen Ontogenese von zwei verschieden großen Haushuhnrassen. O Zwerghühner, ● New Hampshire. (Nach E. KRUMSCHMIDT)

Bei *Vögeln und Reptilien* wurden histologisch abgrenzbare Vorderhirngebiete erstmalig von KRUMSCHMIDT [*25*] an 6 Haushuhnrassen verschiedener Körpergröße quantitativ studiert und Unterschiede im postnatalen allometrischen Verhalten ermittelt. In dieser Tierklasse ist die funktionelle Bedeutung der Hirnrinde relativ gering. Die *corticalen Areae* wachsen negativ allometrisch im Verhältnis zum gesamten Vorderhirn (Fig. 6). Diese Areae sind daher bei erwachsenen Exemplaren größerer Hühnerrassen kleiner als bei kleineren Rassen. Der größte und progressivste Hirnteil ist offenbar das *Neostriatum*, das postnatal stark positiv allometrisch wächst ($\alpha = 1{,}3$) und daher bei erwachsenen Tieren großer Rassen relativ größer ist als bei Zwerghühnern (Fig. 7). Es ist möglich, daß in diesem Hirngebiet viele für Vögel typische Instinktabläufe geschaltet werden. Das Hyperstriatum, das

für die Bewegungskorrelation wichtig ist und gleich nach der Geburt daher relativ groß sein muß, wächst postnatal negativ allometrisch zum gesamten Striatum, das Hyperstriatum accessorium bis zur Geschlechtsreife positiv, dann negativ allometrisch. Einen Allometriewechsel zur Zeit der beginnenden Geschlechtsreife zeigt auch das Palaeostriatum augmentatum, das bis dahin negativ, dann positiv allometrisch zunimmt (Fig. 8).

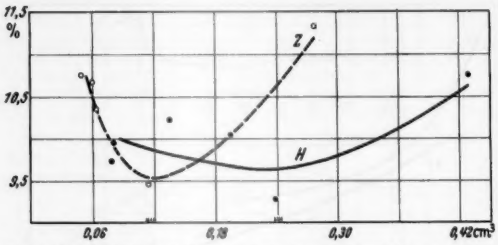


Fig. 8. Korrelation zwischen dem relativen Palaeostriatum augmentatum-Volumen (in % des ganzen Striatums: Ordinate) und dem absoluten Striatum-Volumen (Abszisse) in der postnatalen Ontogenese von zwei verschieden großen Haushuhnrassen. O Zwerghühner, ● New Hampshire. Schraffiert: Beginn der Geschlechtsreife. (Nach E. KRUMSCHMIDT)

Das Neostriatum tritt stammesgeschichtlich zum ersten Male bei Reptilien auf, wo es, wie ROSE [49] bei Eidechsen-Arten zeigen konnte, auch schon das postnatal am stärksten positiv allometrisch wachsende Vorderhirngebiet ist (bei *Lacerta agilis* $\alpha = 1{,}15$, bei *L. vivipara* $\alpha = 1{,}24$) (Fig. 9). Noch größere Arten wie *L. viridis* und *L. lepida* setzen diese Tendenz im Sinne einer „Addition zu den Endstadien" fort und haben daher im erwachsenen Zustande ein relativ noch größeres Neostriatum. Das stammesgeschichtlich ältere Archistriatum (tertiäres Riechzentrum) wird durch das Neostriatum zum Hinterhaupt hin verdrängt. Der stammesgeschichtlich älteste, schon bei Fischen auftretende Vorderhirnabschnitt, das Palaeostriatum, wächst bei Eidechsen negativ allometrisch (*L. agilis* $\alpha = 0{,}86$, *L. vivipara* $\alpha = 0{,}81$), und bei größeren Arten (*L. viridis* und *L. lepida*) ist dieser Hirnteil im erwachsenen Zustande entsprechend relativ klein.

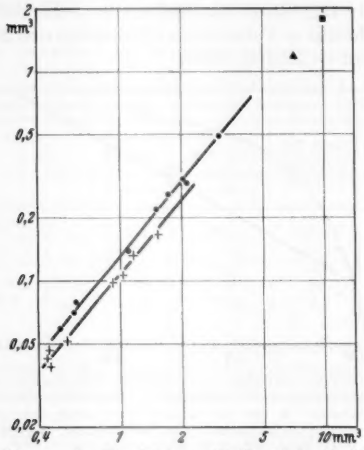


Fig. 9. Volumen des Neostriatums (Ordinate) im Verhältnis zum Hemisphärenvolumen (Abszisse) in doppelt logarithmischer Progression bei vier Eidechsen verschiedener Körpergröße während der postnatalen Ontogenese von *Lacerta vivipara* (+) und *L. agilis* (●), und Werte erwachsener *L. viridis* (▲) und *L. lepida* (■) (Nach F. ROSE)

Der Hirnmantel, das *Pallium*, das bei Vögeln eine Abschwächung erfuhr, bei Säugetieren aber zum wichtigsten Vorderhirngebiet wurde, verhält sich bei den Eidechsen etwas indifferent. Es wächst postnatal bei der kleinen *L. vivipara* positiv allometrisch ($\alpha = 1{,}11$), bei *L. agilis* aber nur isometrisch ($\alpha = 1{,}04$) und zeigt auch bei erwachsenen Exemplaren noch größerer Arten keinen relativen Zuwachs. Die 3 Untergebiete des Palliums zeigen aber auch unter sich noch unterschiedliche Allometrieverhältnisse: die Area medialis wächst stark, die A. dorsalis schwach positiv allometrisch, die A. lateralis negativ allometrisch.

Im *Mittelhirn*, das bei den Reptilien ein sehr wichtiges assoziatives Zentrum darstellt, das schon gleich nach der Geburt voll funktionsfähig sein muß, liegt die Hauptwachstumsphase pränatal. Postnatal wachsen die beiden wesentlichen Abschnitte, das Tectum opticum wie das Subtectum, isometrisch ($\alpha = 0{,}99$ bzw. 1,01).

Auch bei *Amphibien und Fischen* konnte durch die Untersuchungen von HOMEYER [21], NOLTE [38], RÖHRS [48] und WELLENSIEK [63] gezeigt werden, daß histologisch abgrenzbare und funktionell differierende Gebiete des Vorder- und Mittelhirns unterschiedliche Wachstumsgradienten aufweisen und daß die Allometrien Verschiedenheiten in der relativen Größe der einzelnen Abschnitte bei Arten verschiedener Körpergröße bedingen. Im Vorderhirn des Teichmolchs (*Triturus vulgaris*) wachsen postnatal die Area medialis und die A. dorsalis (letztere nach einer negativen Anfangsphase) überwiegend positiv, die A. lateralis und das Striatum im wesentlichen negativ allometrisch. Entsprechend ist bei erwachsenen größeren Urodelen die A. dorsalis relativ größer. Die A. lateralis verhält sich dagegen onto- und phylogenetisch verschieden. A. NOLTE nahm wohl mit Recht an, *daß das Neopallium der Wirbeltiere aus der A. dorsalis entstand*, eine Auffassung, die von ROSE bei Eidechsen gestützt werden konnte (s. oben).

Zusammenfassend können wir also feststellen, *daß bei allen Wirbeltierklassen histologisch charakterisierte Gebiete von Vorder- und Mittelhirn, speziell die Regionen und zum Teil auch Areae der Vorderhirnrinde, spezifische Wachstumsintensitäten mit zum Teil entgegengesetzter Allometrie aufweisen.* Die Intensität, d. h. die Größe des Allometrie-Exponenten α, und die Richtung der Allometrie (positiv oder negativ) können beim postnatalen Hirnwachstum wechseln, vor allem beim Einsetzen neuer Funktionskreise (bei Nagetieren z. B. Geburt, Tag der Augenöffnung, Geschlechtsreife). Da bei der Artbildung das Erbgefüge normalerweise nur in beschränktem Ausmaße abgewandelt wird, so zeigen *verwandte, ähnlich lebende Arten häufig, aber keineswegs immer, gleiche oder ähnliche allometrische Exponenten* (α). Größere Arten, bei deren längerem bzw. intensiverem Wachstum sich die Allometrien mehr auswirken können, haben daher eine andere Proportionierung der Hirnregionen. *Bei Säugetieren ist dabei das ausgedehnteste, komplizierteste und progressivste Gebiet, die 7- und 5schichtige Rinde (Isocortex) relativ vergrößert, während die phylogenetisch älteren Gebiete wie Semicortex und Schizocortex eine relativ geringere Ausdehnung haben als bei vergleich-*

baren kleineren Arten. Bei Vögeln ist das progressive, positiv allometrisch wachsende Gebiet dagegen das Neostriatum, während die verhältnismäßig kleinen corticalen Gebiete weniger wichtig sind und postnatal negativ allometrisch wachsen.

Überblicken wir die Hirnentwicklung in der Stufenreihe der Wirbeltiere, so sehen wir also nicht nur eine sukzessive relative Vergrößerung des Vorderhirns, sondern im Vorderhirn auch noch ein Anwachsen gerade der komplizierteren, fortschrittlichen und in mancher Beziehung übergeordneten Gebiete. Diese Entwicklungstendenz ist durch die Auslesevorteile einer Vermehrung gerade von komplizierten Hirnstrukturen verständlich, weil damit eine detailliertere Gliederung der von den Sinnesorganen her eintreffenden Erregungen, detailliertere Gedächtnisleistungen, vielfältigere Assoziationen und insgesamt ein plastischeres, den speziellen Umweltsituationen feiner angepaßtes Verhalten möglich wird.

Zugleich wird mit unseren Untersuchungen aber auch eine *Gesetzlichkeit der Hirnentwicklung* beleuchtet, die ich bereits 1948 ([*45c*], S. 226), 1955 und 1956 [*45g, h*] als Arbeitshypothese formulierte und die durch folgende 3 Punkte kurz umrissen werden kann. 1. *Die Höherentwicklung der Wirbeltierhirne erfolgte meist durch überwiegend positiv allometrisch wachsende Teilgebiete*, die bei der vorherrschenden absoluten Hirngrößenzunahme in den Stammesreihen (als Teilerscheinung der generellen Körpervergrößerung: Copesche Regel) automatisch an relativer Größe zunahmen. 2. *Die derart zusätzlich entstandenen Gebiete wurden sekundär (durch Mutation und Selektion) mit Funktionen gefüllt.* 3. Das konnte zu weiterer Arbeitsteilung der Hirnbereiche führen, und dabei bestanden die neuen Funktionen häufig darin, *daß die zuvor entwickelten Zentren noch einmal, gewissermaßen auf einer höheren Ebene, zusammengefaßt, koordiniert und ausgewertet wurden.*

Für diese *Hypothese einer Postintrogression der Funktionen* sprechen vielerlei Befunde. 1. Das in seinem Volumen positiv allometrisch im Verhältnis zum Körper anwachsende Vorderhirn der Amphibien ist bereits relativ viel größer als das Mittelhirn, hat aber „noch" unverhältnismäßig wenige Funktionen, wie Exstirpationsversuche lehren. Es ist also erst im Laufe langer Phylogeneseabläufe bei den Reptilien mit Funktionen gefüllt worden. 2. Speziell die positiv allometrisch wachsende Area dorsalis des Vorderhirns, aus der möglicherweise die Hirnrinde höherer Wirbeltiere entstand (NOLTE, ROSE), hat anscheinend bei Amphibien und vielleicht auch bei Reptilien noch keine spezifischen Funktionen. 3. Das bei Reptilien neu auftretende, positiv allometrisch wachsende Neostriatum erhielt seine Hauptfunktionen erst bei Vögeln mit der Ausbildung der Facialis-Muskulatur [vgl. [*3*]) und mit dem Einbau viel zahlreicherer spezifischer Instinkte [*47*]. 4. Bei Säugetieren entwickelten sich zunächst vornehmlich die Projektionsgebiete der Sinneserregungen, später erst, speziell im Bereich von Hirn- und Schläfenlappen, die Assoziationsgebiete, welche als übergeordnete Zentren die Reaktionen auf Sinnesreize zusammenfassen, koordinieren, die spezifischen motorischen Reaktionen bestimmen und zusätzliche Gedächtnisfunktionen übernehmen. 5. Speziell das motorische Sprachzentrum des Menschen, die Brocasche Region, ist ein solches zusätzlich entstandenes Rindengebiet, das wegen seiner Nachbarschaft zu den Zentren für Hören und für Mund- und Zungenbewegungen geeignet war, mit der Sprechfunktion gefüllt zu werden, die wir als wichtigste Voraussetzung einer Kulturentwicklung (durch Traditionsbildung) ansehen müssen. 6. Mit dieser Hypothese einer Postintrogression der Funktionen stimmt es auch überein, daß, nach Schädelausgüssen zu urteilen, die Hirne eozäner Säugetiere erst dann spezifische Differenzen entwickelten, als sich die körperlichen Sondermerkmale der Ordnungen herausgebildet hatten ([*16c*]). 7. Auch PORTMANN ([*40d*], S. 259) stellte fest, daß die Evolution des Ontogenesetyps bei Vögeln und Säugetieren der höheren Cerebralisation vorausging.

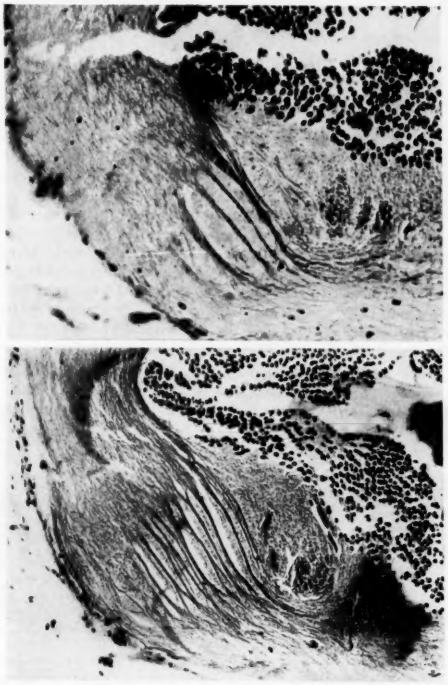


Fig. 10. Sehstrahlung in homologen Querschnitten des Zwischenhirns bei zwei verschieden großen Molchen. Oben bei *Triturus vulgaris*, unten bei *Tr. cristatus*. Schnitte auf etwa gleiche Größe gebracht. Vergrößerung oben also stärker. (Nach A. NOLTE)

c) Differenzen von Ganglienzell-Zahl, -Größe und -Form bei verwandten Arten verschiedener Körpergröße

Größere Wirbeltierarten unterscheiden sich von verwandten, ähnlich lebenden kleineren Arten weiterhin durch verschiedene Anzahl, Größe und verschiedenen Verzweigungstyp der Ganglienzellen ihres absolut größeren Vorderhirns. Dabei verhalten sich die einzelnen Wirbeltierklassen verschieden. Bei *Säugetieren* sind die Neuronen nach der Geburt im allgemeinen nicht mehr teilungsfähig. Hier haben *die größeren Arten größere und weniger dicht gelagerte Neuronen* [*6*]. Die Anzahl der Cortexzellen ist dagegen relativ geringfügig vermehrt, bei Nagetieren etwa proportional der Rückenmarkslänge [*10b*]. *Die größeren Zellen der großen Arten zeigen aber längere und mehr dendritische Verzweigungen*, was allerdings bisher eindeutig nur für die motorischen Pyramidenzellen erwiesen werden konnte [*5A*], [*45d*], [*55*], [*59*]. Solche

stärkeren Verzweigungen sind wahrscheinlich von Vorteil, denn sie gestatten kompliziertere Schaltungen von Erregungen und damit wahrscheinlich auch detailliertere zentralnervöse Abläufe.

Bei *Eidechsen* verschiedener Körpergröße sind die Kerngrößen und damit wohl auch die Zellgrößen der Ganglienzellen des Tectum opticum (Mittelhirn) fast gleich. Die größeren Arten zeigen aber eine stärkere und mehr geordnete Zwischenlagerung von Fasern zwischen die Ganglienzellen und damit ebenfalls wohl eine „Strukturverbesserung" [*49*]. Bei *Amphibien* erlischt die Teilungsfähigkeit der Neuronen erst auf sehr späten Jugendstadien [*56*], [*62*], [*64*]. Dementsprechend haben bei Urodelen *die größeren Arten absolut mehr Ganglienzellen als verwandte kleinere Arten*, und die weiße Substanz ist relativ mächtiger. Dabei ist auch die Anzahl der Faserbündel in der Sehstrahlung des Zwischenhirns wesentlich vermehrt (Fig. 10) ([*38*], Fig. 23), womit wahrscheinlich eine detailliertere Auflösung und Beantwortung von optischen Gestalten ermöglicht wird (vgl. Kapitel 3).

Insgesamt sind also größere Wirbeltiere gegenüber jeweils vergleichbaren, verwandten, kleineren Arten funktionell bevorteilt, weil sie entweder größere oder mehr Ganglienzellen und damit mehr dendritische Verzweigungen und mehr bzw. differenziertere Faserzüge aufweisen.

(Schluß folgt.)

Über Versuche mit einem verschluckbaren Intestinalsender

Von M. v. ARDENNE und H. B. SPRUNG, Dresden

Für die Diagnostik von Leistungsstörungen im Magen- und Darmtrakt des Menschen und für die Vertiefung pathogenetischer Vorstellungen von Krankheitsabläufen in diesem Bereich wurde in Ergänzung bestehender Methoden seit 1956 von uns der *verschluckbare Intestinalsender* entwickelt. Der verschluckbare Sender signalisiert auf drahtlosem Wege an einen außerhalb des Körpers befindlichen Meßempfänger bei seinem Durchgang durch den Magen- und Darmtrakt je nach seiner technischen Ausführungsform die jeweilig herrschenden physikalischen und chemischen Größen (wie z. B. Druckwert, p_H-Wert, Temperatur usw.).

Über erste Versuche mit der *Ausführungsform des Intestinalsenders für Druckmessungen* soll im folgenden berichtet werden. Diese Ausführungsform ist in Fig. 1 neben einem

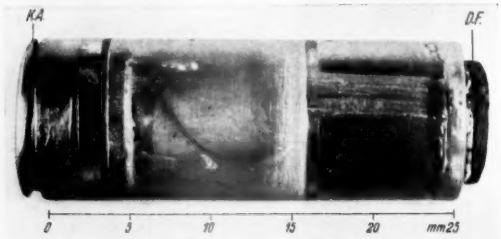


Fig. 1. Ansicht des verschluckbaren Intestinalsenders. (Versuchsausführung für Signalisierung des Druckwertes aus dem Körperinnern.) *K.A.* Eingeschraubter Knopf-Akkumulator; *D.F.* Druckfühler

Millimeter-Maßstab abgebildet. Die durch eine dünne Gummihaut geschützte Einheit besitzt einen Durchmesser von 10 mm und eine Länge von 26 mm. Bei einem weiteren Modell konnte der Durchmesser auf 8 mm reduziert werden.

In die abgebildete verschluckbare Kapsel ist ein kompletter Sender für eine Frequenz von 1500 kHz eingebaut, dessen Frequenz durch Beeinflussung der Schwingkreis-Selbstinduktion durch den Druck bis zu 5 kHz geändert wird. Die Zusammendrängung eines kompletten Radiosenders in ein so kleines Volumen ist uns ermöglicht worden durch die jüngsten Fortschritte der Transistorentechnik und der Produktion von Mikrobauelementen wie Knopfakkumulatoren, Kleinkondensatoren, Kleinwiderständen, Hochfrequenz-Massekernspulen usw.

Nach Erwärmung des verschluckbaren Senders auf die Temperatur der Versuchsperson im Rahmen der Vorbereitungsperiode besitzt der Sender eine ausgezeichnete Frequenzkonstanz . Die Frequenzänderung bleibt unterhalb 25 Hz pro Stunde, während der Frequenzhub durch Druckschwankungen im Darm Werte bis zu 1900 Hz erreichte. Die Kapazität der in der abgebildeten Einheit verwendeten Nickel-Cadmium-Zelle reicht aus für einen Sendebetrieb von 13 Std und kann durch einfache Maßnahmen auf Werte bis zu 36 Std gesteigert werden.

Die Versuchsperson und der Meßempfänger sind in einem elektrisch abgeschirmten Raum untergebracht, um Störungen insbesondere durch Rundfunkwellen abzuhalten. Als *Meßempfänger* dient eine Überlagerungsanordnung mit einem Vergleichssender höchster Frequenzkonstanz. Die in den Bereich der Tonfrequenzen verlegte Schwebungsfrequenz er-

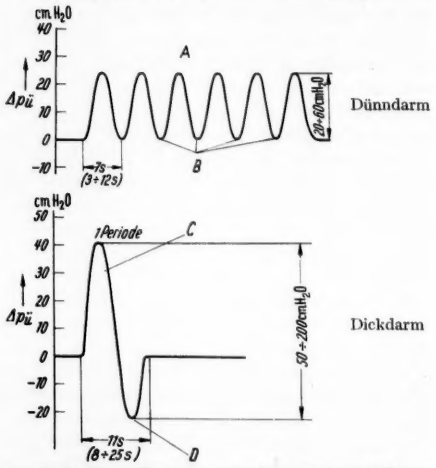


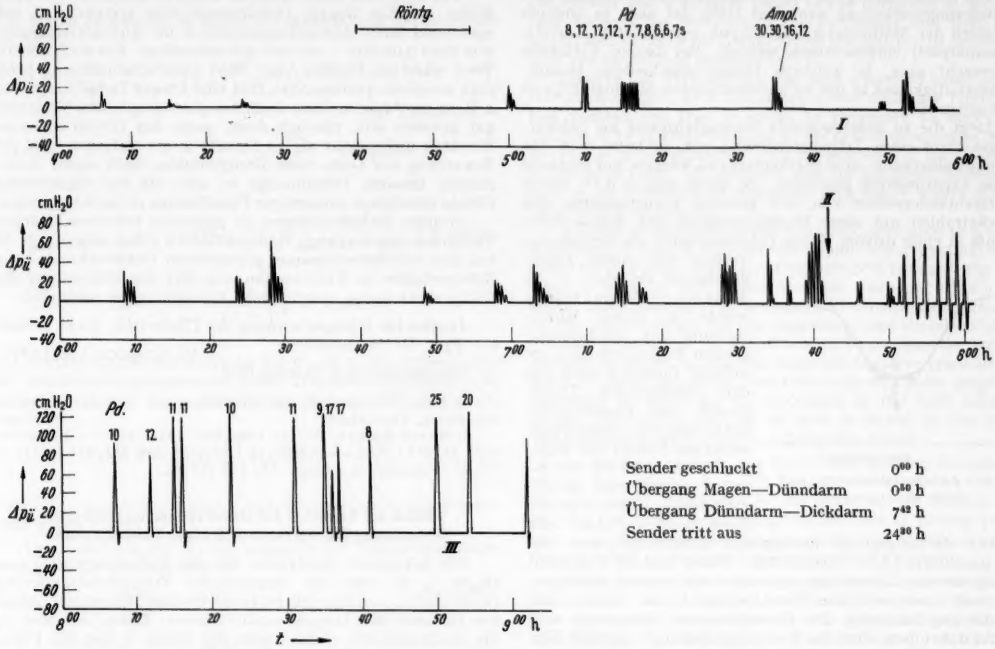
Fig. 2. Schematische Darstellung der gefundenen mehrperiodischen Druckschwankung im Dünndarm und der im Durchschnitt $2^1/_2$mal stärkeren einperiodischen Druckschwankung im Dickdarm. A. 3 bis 8 Perioden (Amplitude wechselnd). B. Zum Teil etwas unter die 0-Linie schwingend! C. Zum Teil erfolgt erst der Abfall und dann der Anstieg des Druckes. D. Zum Teil schwächer, zum Teil noch stärker unter die 0-Linie schwingend!

laubt nach Maßgabe der an einem Phantom gewonnenen Druck-Eichkurve die Druckwertbestimmung. Die Schwebungsfrequenz wird mit Hilfe eines frequenzgeeichten Tongenerators oszillographisch bzw. akustisch durch Vergleich und mit kurzer Meßzeit ermittelt. Eine automatische Registriereinrichtung zur fortlaufenden Frequenzwertaufzeichnung durch ein amplitudenunempfindliches Impulsstrommeßverfahren wurde entwickelt und hat die ersten Registrierungen geliefert, über die an anderer Stelle berichtet werden wird.

Bei der *Erprobung des verschluckbaren Intestinalsenders* (Selbstversuch des zweitgenannten Autors; Alter 51 Jahre; in Rekonvaleszenz nach Paratyphus) wurde der Sender nüchtern geschluckt (daher zeitweilig Ruhe- bzw. Leerperistaltik). Die *Messungen* ließen charakteristische Unterschiede der Druckverläufe im Dünndarm und im Dickdarm erkennen, welche in Fig. 2 schematisch zusammengefaßt sind.

Der *Druckverlauf im Dünndarm* zeigte mehrperiodische Schwankungen, wobei die Zahl der Schwankungsperioden

zwischen 3 und 8 liegt. Die Amplitude von zusammengehörigen Schwankungsfolgen nahm häufig ab, aber es wurden auch Fälle beobachtet (siehe Messungen Uhrzeit 5.15 und 7.40), bei denen die Amplituden konstant bleiben, wie in Fig. 2 oben gezeichnet, bzw. sich sogar aufschaukelten. Die Periodendauer schwankte sowohl bei den aufeinanderfolgenden Druckänderungen, als auch bei verschiedenen Peristaltikfolgen zwischen etwa 3 und 12 sec, vorzugsweise war sie 7 sec. — Die Druckschwankungen $\Delta p_{ü}$ lagen zwischen etwa 20 und 60 cm H_2O sehr charakteristische Unterschied im Druckverlauf zwischen Dünndarm- und Dickdarmgebiet erkennbar. Dem Durchtritt des Senders durch die Ileocöcalklappe (7.42 h) ging eine sehr kräftige Peristaltik im unteren Ileum voraus. Der Übergang wurde auch von der Versuchsperson subjektiv empfunden und protokolliert. Unmittelbar nach dem Übertritt zeigen sich noch zwei schwach ausgeprägte mehrperiodische Druckverläufe, welche offenbar fortgeleitete Druckschwankungen aus dem benachbarten Ileum darstellen.



Sender geschluckt	0^{00} h
Übergang Magen—Dünndarm	0^{50} h
Übergang Dünndarm—Dickdarm	7^{42} h
Sender tritt aus	24^{30} h

Fig. 3. Ausschnitt aus einer 11stündigen, mit dem verschluckten Intestinalsender an einer Versuchsperson gewonnenen Meßreihe. Der Ausschnitt erfaßt den Durchgang des Intestinalsenders vom unteren Dünndarm bis zum Dickdarm (Coecum und Ascendens). *Röntg.* Pause für Röntgenaufnahme; *Pd.* Periodendauer; *Ampl.* Amplituden; *I* Sender im rechten Unterbauch (durch Frequenzänderung bei Palpation lokalisiert!); *II* Übergang in den Dickdarm; *III* Sender an der Flexura Hepatica

im Zustand peristaltischer Aktivität. Im Ruhezustand betrugen die Druckänderungen etwa $^1/_5$ bis $^1/_{10}$ der zuvorgenannten Werte. Bei weiteren Messungen mit jüngeren, gesunden Versuchspersonen wurde Drucksteigerung bis zu 200 cm H_2O registriert.

Der *Druckverlauf im Dickdarm* war bei dem Selbstversuch durchweg einperiodisch. Die Periodendauer schwankte zwischen 8 und 25 sec bei einer bevorzugten Dauer von 10 bis 11 sec. — Die Druckänderungen $\Delta p_{ü}$ lagen zwischen etwa 50 und 200 cm H_2O und erreichten im Durchschnitt den $2^1/_2$fachen Wert gegenüber den im Dünndarm beobachteten Druckschwankungen.

Den Ausschnitt aus einer 11stündigen, mit dem verschluckbaren Intestinalsender an der genannten Versuchsperson gewonnenen Meßreihe bringt Fig. 3. Hier wurde der Zeitabschnitt erfaßt, in welchem der Sender vom Dünndarm in den Dickdarm übergeht. Deutlich wird hier der bereits besprochene,

Über die technischen Einzelheiten und die durchgeführten weiteren Versuche wird in medizinischen Fachzeitschriften berichtet werden.

Die vorstehenden Entwicklungsarbeiten erfolgten mit finanzieller Unterstützung des *VEB Medizin-Technik* Leipzig. Die technischen Entwicklungsarbeiten wurden in Zusammenarbeit mit dem Laboratorium Prof. Dr. M. Nier durchgeführt. Wir sind Herrn Prof. Dr. Nier und ganz besonders seinem Mitarbeiter Herrn F. Volland für ihre unermüdliche Hilfe bei der Herstellung des Senders und bei der Reduktion seiner Abmessungen sehr zu Dank verpflichtet.

Forschungsinstitut Manfred von Ardenne, Dresden-Weißer Hirsch M. von Ardenne

Direktor der Chirurgischen Klinik der Medizinischen Akademie „Carl Gustav Carus", Dresden A 16 H. B. Sprung

Eingegangen am 28. Dezember 1957

Kurze Originalmitteilungen

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich

Zur Erfassung der technischen Qualität und des Informationsgehaltes von Röntgenbildern durch die Untersuchung ihres Autokorrelogramms

Für die Erkennbarkeit von Details im Röntgenbild sind sowohl der Kontrast der abzubildenden Einzelheit gegenüber der Umgebung als auch Objektgröße und Konturenschärfe maßgeblich. Während die Messung des *Kontrastes* zweier benachbarter Bildflächen keine Schwierigkeit macht, wenn man z. B. als Maß für den Kontrast den Schwärzungsunterschied nimmt, liegen für die Messung der *Schärfe* einer Röntgenaufnahme mehrere Verfahren vor, von denen keines in seiner Anwendung voll befriedigt. Die gebräuchlichen Schärfemeßverfahren benutzen nämlich zur Aufnahme ein geeignet gestaltetes Phantom aus strahlenabsorbierendem Material und leiten aus dem photometrisch gewonnenen Schwärzungsverlauf auf der Testaufnahme geeignete Maßzahlen zur Kennzeichnung der Abbildungsschärfe her. Keines der Verfahren gestattet jedoch — wegen der Bindung an ein bestimmtes Auf-

nahmephantom —, an einer bereits vorliegenden Röntgenaufnahme Schärfemessungen vorzunehmen.

Im folgenden soll eine Möglichkeit entwickelt werden, die von Kontrast *und* Schärfe abhängige „Güte" einer schon vorhandenen Röntgenaufnahme zahlenmäßig zu erfassen. Das ist wertvoll zur Kontrolle der eigenen Aufnahmetechnik und zur Überprüfung neuer „besserer" aufnahmetechnischer Hilfsmittel (Film, Verstärkerfolien, Patientenlagerung und anderes mehr).

Die Untersuchung des Röntgenbildes als zweidimensionaler Schwärzungsverteilung kann mit Hilfe der auch in anderen Gebieten der Mathematik und Physik verwendeten Korrelationsanalyse[1]) vorgenommen werden. Bei diesem Verfahren untersucht man, in welchem Grade verschiedene Bezugsmannigfaltigkeiten in der zu untersuchenden Mannigfaltigkeit vorhanden sind.

Liegt die zu untersuchende Mannigfaltigkeit als Schwärzungsverlauf eines Transparentbildes vor, so kann man das Autokorrelogramm ohne mathematische Analyse auf einfache Weise experimentell gewinnen. So kann man z. B.[1c]) durch Hintereinanderstellen von zwei gleichen Transparenten und Durchstrahlen mit einer Punktlichtlampe das Autokorrelogramm in einer dritten Ebene (Auffangebene) als Helligkeitsverlauf mit einem Lichtempfänger abtasten. — In Abwandlung dieses Prinzips wurde in dieser Untersuchung das Autokorrelogramm folgendermaßen ermittelt: Zunächst wird von dem vorliegenden Transparent eine Negativkopie der Gradation 1 angefertigt, wobei also Positiv und Negativ, deckungsgleich aufeinander gelegt, eine gleichmäßig graue Fläche ergeben. Dann werden Positiv und Negativ deckungsgleich unmittelbar aufeinandergelegt und von parallelem Licht durchstrahlt. Dann wird die insgesamt durchgelassene Lichtmenge gemessen, und zwar in Abhängigkeit von einer seitlichen Verschiebung t von Positiv und Negativ gegeneinander. Die durchgelassene Lichtmenge entspricht dabei dem Wert des Faltungsintegrals[1c]), dessen Verlauf in Abhängigkeit von der Verschiebungsweite t das Autokorrelogramm bildet. Stellt die Transparenz des Positivs die Empfangsfunktion F dar und die Transparenz des Negativs die Modellfunktion B, so wird aus diesen das über die Fläche G erstreckte Faltungsintegral Φ_{FB} nach der Formel

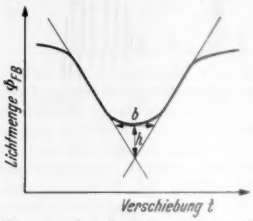


Fig. 1. Autokorrelogramm und seine Bedeutung

$$\Phi_{FB}(\vec{t}) = \frac{1}{G}\iint\limits_G F(\mathfrak{x})\, B(\mathfrak{x}+\vec{t})\, dG$$

gebildet.

Das so gewonnene Autokorrelogramm eines Bildes hat bei $t=0$ (genaue Deckung von Positiv und Negativ) ein Minimum und steigt nach beiden Seiten zu an (Fig. 1). Das Minimum ist um so ausgeprägter und „spitzer", je größer Kontrast und Schärfe des vorliegenden Transparentbildes sind. Eine graphische Analyse der Autokorrelogramme von verschiedenen Röntgenbildern hat gezeigt, daß man hieraus Aussagen über Kontrast und Schärfe des Bildes machen kann. Verlängert man nämlich die Schenkel des Autokorrelogramms durch Geraden unter das Minimum herab, so kann man als Kontrast- und Schärfemaßgrößen eine Breite b und eine Höhe h der Abweichung vom geradlinigen, im Minimum geknickten Verlauf des Autokorrelogramms definieren.

Untersuchungen des Autokorrelogramms von Aufnahmen verschiedenen Kontrastes und verschiedener — jedoch bekannter — Unschärfe ergeben, daß die Breite b — unabhängig vom Kontrast der Aufnahme — proportional der Randunschärfe der abgebildeten Teilchen ist. Der Proportionalitätsfaktor liegt je nach Teilchenform zwischen 0,5 und 0,7. Die Höhe h ist ein Maß für Kontrast *und* Schärfe, und zwar ist h proportional der Schärfe und damit h/b schärfenunabhängig und nur ein Maß für den Kontrast. Mit wachsendem h/b wächst auch der Kontrast. Eine einfache Gesetzmäßigkeit für den Zusammenhang zwischen dem Kontrast und h/b konnte noch nicht gefunden werden.

Der Informationsgehalt von Bildern ist in den letzten Jahren Gegenstand verschiedener theoretischer und experimenteller Untersuchungen gewesen[2]). Die Anwendung der Autokorrelationsanalyse stellt einen weiteren Beitrag zu diesem Problem dar. Je ausgeprägter das Minimum des Autokorrelogramms ist, desto mehr Details sind in der betrachteten Bildfläche vorhanden. Mit der Verschiebung t in einer bestimmten (frei wählbaren) Richtung wird ein „linearer Informationsgehalt" ermittelt, der angibt, wie viele Einzelheiten in dieser Richtung je cm Bildlänge vorhanden sind. In verschiedenen Verschiebungsrichtungen kann die lineare Detailmenge eines Röntgenbildes durchaus verschieden sein, z. B. bei Bewegungsunschärfe, die im allgemeinen eine Vorzugsrichtung hat.

Für mit dem unbewaffneten Auge betrachtete Röntgenbilder ist eine lineare Detailmenge von 100 cm^{-1} — entsprechend einer Abweichungsbreite b im Autokorrelogramm von etwa 0,06 mm — als sehr gut anzusehen. Ein noch höherer Wert wäre mit bloßem Auge nicht mehr auszunutzen. Stellt man an einem vorliegenden Bild eine lineare Detailmenge von z. B. 10 cm^{-1} fest, so kann doch das photographische Verfahren gut gewesen sein, nämlich dann, wenn das Objekt in seiner Struktur nicht mehr als 10 Details je cm aufweist. Bei der Bewertung der Güte eines Röntgenbildes nach seiner dargestellten linearen Detailmenge ist also die im abgebildeten Objekt überhaupt vorhandene Detailmenge zu berücksichtigen.

Weitere Untersuchungen an mehreren mit verschiedenen Techniken angefertigten Röntgenbildern sollen zeigen, ob die aus dem Autokorrelogramm gewonnenen Gütemerkmale eines Röntgenbildes in Übereinstimmung mit der Beurteilung der Bildqualität durch verschiedene Röntgenologen verlaufen.

Institut für Röntgenforschung der Universität, Bonn (Direktor: Prof. Dr. W. Schmitz)

W. Schröck-Vietor*)

Eingegangen am 4. Februar 1958

*) Jetzt: Gesellschaft zur Förderung der kernphysikalischen Forschung, Düsseldorf.

[1]) Meyer-Eppler, W.: a) Umschau **1952**, 555. — b) Naturwiss. **39**, 341 (1952). — c) Arch. el. Übertr. **7**, 201, 501, 531 (1953). — [2]) z. B. Schober, H.: Optik **13**, 350 (1956).

Einfluß der Geometrie auf Halleffekt und magnetischen Widerstandseffekt bei rechteckförmigen Halbleiterproben

Die bekannten Ausdrücke für die Hallspannung $U_{h\infty} = (R_h/d)\cdot i_s \cdot B$ und die magnetische Widerstandsänderung $(R(B)/R(0))_\infty = \sigma(0)/\sigma(B)$ im transversalen Magnetfeld gelten nur für unendlich langgestreckte Proben. Darin bedeuten R_h die Hallkonstante, d die Dicke der Probe, i_s den die Probe durchfließenden Steuerstrom, $R(B)$ den elektrischen Widerstand der Probe im transversalen Magnetfeld B und $\sigma(B)$ die elektrische Leitfähigkeit des Probenmaterials als Funktion des Magnetfeldes B.

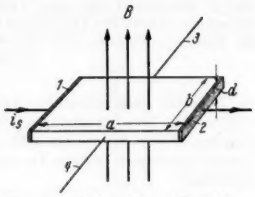


Fig. 1. Rechteckige Halbleiterplatte im transversalen Magnetfeld. (*1* und *2* Steuerelektroden. *3* und *4* Hallelektroden)

Für rechteckförmige Proben endlicher Abmessungen (Seitenlängen a und b, Fig. 1) gelten die genannten einfachen Beziehungen nicht mehr[1–4]). Durch Lösung des Potentialproblems einer rechteckförmigen stromdurchflossenen Platte im Magnetfeld nach der Methode der konformen Abbildung[3]) erhält man für die Hallspannung U_h und die magnetische Widerstandsänderung $R(B)/R(0)$ die Ausdrücke

$$U_h = U_{h\infty}\cdot\frac{1}{\sin\Theta}\,\frac{Z_1 - Z_2}{N}\,; \tag{1}$$

$$\frac{R(B)}{R(0)} = \frac{\sigma(0)}{\sigma(B)}\cdot\frac{b}{a\cdot\cos\Theta}\cdot\frac{Z_1+Z_2}{N}\,. \tag{2}$$

Hierin bedeuten

$$\left.\begin{aligned} Z_1 &= \int\limits_1^{1/\sqrt{k}} \frac{dz}{f_1(z)\cdot g(z)}\,; \quad Z_2 = \int\limits_{1/\sqrt{k}}^{1/k} \frac{dz}{f_1(z)\cdot g(z)}\,; \\ N &= \int\limits_{-1}^{+1} \frac{dz}{f_2(z)\cdot g(z)} \end{aligned}\right\} \quad (3)\text{ bis }(5)$$

$$f_1(z) = [(z-1)\,(1/k+z)]^{\frac{1}{2}+\frac{\Theta}{\pi}}; \quad f_2(z) = [(1-z)\,(1/k+z)]^{\frac{1}{2}+\frac{\Theta}{\pi}};$$

$$g(z) = [(z+1)\,(1/k-z)]^{\frac{1}{2}-\frac{\Theta}{\pi}}$$

mit Θ als Hallwinkel, definiert durch $\operatorname{tg}\Theta = \sigma(B)\cdot R_h\cdot \mathrm{B} = (3\pi/8)\cdot\mu(B)\cdot B$ *) und k als Modul des vollständigen elliptischen Integrals erster Gattung $K(k)$, wobei k durch die transzendente Gleichung

$$a/b = K\left(\sqrt{1-k^2}\right)/2K(k)$$

bestimmt ist.

Der Ausdruck (1) für die Hallspannung ist die Form

$$U_h = U_{h\infty}\cdot F(a/b,\Theta).$$

Für kleine Hallwinkel Θ liefert die Auswertung der Integrale (3) bis (5)

$$F(a/b,\Theta) = \frac{8}{\pi^2}\cdot T_2\cdot\frac{a}{b}\cdot\left\{1+\frac{\Theta^2}{6}\cdot\left(1+\frac{24}{\pi^2}\cdot\frac{T_4}{T_2}-\frac{84\,S_3}{\pi^3}\cdot\frac{a}{b}\right)\right\}$$

für kleine a/b,

$$F(a/b,\Theta) = 1-\frac{16}{\pi^2}\cdot e^{-\frac{\pi}{2}\cdot\frac{a}{b}}\cdot\left(1-\frac{\Theta^2}{3}\right)$$ für große a/b

mit

$$T_2 = \sum_{v=0}^{\infty}\frac{(-1)^v}{(2v+1)^2} = 0{,}91597;\quad T_4 = \sum_{v=0}^{\infty}\frac{(-1)^v}{(2v+1)^4} = 0{,}98894;$$

$$S_3 = \frac{8}{7}\sum_{v=0}^{\infty}\frac{1}{(2v+1)^3} = 1{,}2021.$$

Die asymptotische Entwicklung für $\Theta\to\pi/2$, die insbesondere für Halbleitermaterialien mit hoher Trägerbeweglichkeit (z. B. Indiumantimonid und Indiumarsenid) von Bedeutung ist, ergibt

$$F(a/b,\Theta) = 1-\frac{2}{\pi}\cdot\operatorname{ctg}\Theta\cdot\ln\frac{1+\sqrt{k}}{1-\sqrt{k}}.$$

Für $a/b\to\infty$ oder $k\to 0$ geht $F(a/b,\Theta)$ in jedem Fall asymptotisch gegen 1, also $U_h\to U_{h\infty}$.

Der Ausdruck (2) für die magnetische Widerstandsänderung geht für kleine Θ über in

$$\frac{R(B)}{R(0)} = \frac{\sigma(0)}{\sigma(B)}\cdot\{1+\Theta^2\cdot G(a/b)\}$$

$$G(a/b) = 1-\frac{14\,S_3}{\pi^3}\cdot\frac{a}{b}$$ für kleine a/b,

$$G(a/b) = \frac{14\,S_3}{\pi^3}\cdot\frac{b}{a}$$ für große a/b.

Schließlich erhält man für $\Theta\to\pi/2$ durch asymptotische Entwicklung der Integrale (3) bis (5) für die Widerstandsänderung nach (2):

$$\frac{R(B)}{R(0)} = \frac{\sigma(0)}{\sigma(B)}\cdot\frac{b}{a}\cdot\left\{\operatorname{tg}\Theta+\frac{1}{\pi}\cdot\ln\frac{(1-k)^2}{4k}\right\}.$$

Die durch den Geometrieeinfluß zusätzlich bedingte Widerstandsänderung ist demnach für kleine Magnetfelder quadratisch in Θ, für große Magnetfelder ($\operatorname{tg}\Theta\gg 1$) und endliche Seitenverhältnisse $a/b\neq 0$ dagegen stets linear in $\operatorname{tg}\Theta$. Für unendlich langgestreckte Proben ($a/b\to\infty$, $k\to 0$) reduzieren sich die abgeleiteten Ausdrücke auf den durch den Quotienten $\sigma(0)/\sigma(B)$ beschriebenen rein physikalischen Widerstandseffekt.

Die ausführliche Herleitung und Diskussion der angeführten Ergebnisse erfolgt an anderer Stelle.

Siemens-Schuckertwerke AG., Laboratorium der Zentralwerksverwaltung, Nürnberg

H. J. Lippmann und F. Kuhrt

Eingegangen am 17. Januar 1958

*) $\mu(B)$ = Trägerbeweglichkeit

[1]) Isenberg, I., B. R. Russell u. R. F. Greene: Rev. Sci. Instr. **19**, 685 (1948). — [2]) Volger, J.: Physic. Rev. **79**, 1023 (1950). — [3]) Wick, R. F.: J. Appl. Physics **25**, 741 (1954). — [4]) Weiss, H., u. H. Welker: Z. Physik **138**, 322 (1954).

The Refraction of Light by Progressive Ultrasonic Waves of Finite Amplitude

P. Biquard[1]) pointed out that the deviation from Hooke's law in real liquids leads to a gradual distortion of an initially sinusoidal ultrasonic wave. Fox and Wallace[2]) discussed in greater detail how the existence of finite amplitude distortion could explain the deviation from the law of simple exponential decay for the sound absorption observed in some liquids. Loeber and Hiedemann[3]) studied the form of stationary ultrasonic waves in various liquids; their results in some cases could be explained by the assumption of the existence of distorted wave forms. The presence of second and third harmonic components in intense sound beams in water and other liquids was shown by Krassilnikov, Shklovskaya-Kordi and Zarembo[4]). By inserting a plate as a filter between the emitter and a receiver tuned to the harmonic of interest, they showed the presence of the harmonics and that their amplitudes varied with distance from the emitter, in agreement with the theoretical discussions[1]), [2]).

Loeber and Hiedemann had used a method based on the refraction of light by a stationary sound field in a liquid and had pointed out that it would be necessary to apply this method in an appropriate form to the case of progressive waves in order to prove unambiguously the existence of the distortion of the wave form. The methods used for the direct demonstration of the distortion of ultrasonic progressive waves may be summarized as follows.

A beam of light whose width is small compared to a sound wave length passes through the sound beam parallel to the plane wave fronts. Since progressive waves are used, the light beam is refracted first in one direction, then the other as the sound beam passes. The amount and direction of refraction of the light depends on the magnitude and direction of the pressure gradient in the sound beam. Thus, since the positive pressure gradient is different from the negative gradient in a wave of finite amplitude, one can study the finite amplitude distortion by detecting the difference in the light refracted in one direction compared to that refracted in the other. Three methods were used to achieve this result.

In the first method, the light, after passing through the liquid, was imaged on a slit, behind which was a photocell. By using light modulated by an ultrasonic stroboscope and moving the sound beam along its direction of propagation, a curve of the photomultiplier current was obtained which corresponded to the sound wave form in the liquid.

In the second method, the light was imaged on a semi-infinite plane whose edge was at the exact center of the image. The alternating component of the photocell output was observed on an oscillograph. The oscillograph trace could be related to the sound wave form in the liquid.

In the third, and most successful, method, the light was imaged on a slit which was moved slowly perpendicular to the optic axis. A photomultiplier behind this slit produced a current proportional to the light intensity at various positions across the image „broadened" by the sound beam. The light intensity was found to be asymmetric with respect to the optic axis. The amount of asymmetry was a direct indication of the amount of finite amplitude distortion in the sound beam.

Department of Physics, Michigan State University, East Lansing, Michigan

M. A. Breazeale and E. A. Hiedemann

Eingegangen am 17. Januar 1958

[1]) Biquard, P.: Ann. Physique II **6**, 195 (1935). — [2]) Fox, F. E., and W. A. Wallace: J. Acoust. Soc. Amer. **26**, 994 (1954). — [3]) Loeber, A. P., and E. A. Hiedemann: J. Acoust. Soc. Amer. **28**, 27 (1956). — [4]) Zarembo, L. K., V. A. Krassilnikov and V. V. Shklovskaya-Kordi: Dokl. Akad. Nauk SSSR. **109**, 485 (1956). — J. Acoust. Soc. Amer. **29**, 642 (1957).

The Diffraction of Light by Progressive Waves of Finite Amplitude

In an extended quantitative experimental investigation of the distribution of light intensity over the diffraction orders of light which had passed through an ultrasonic field, Sanders[1]) found results generally in good agreement with those predicted by the theory of Raman and Nath[2]). However, he found a minor deviation, namely the impossibility in some cases of orienting the transducer so that the intensities of corresponding positive and negative orders of diffraction become equal. R. B. Miller[3]) recently studied this intensity distribution with a more sensitive method and confirmed the asymmetry found by Sanders. It is possible to correlate this asymmetry of the diffraction pattern to the distortion of the sound waves and thereby give additional evidence of the change in waveform during the progress of an ultrasonic wave of finite amplitude[4]).

As a first approximation it is assumed that only the fundamental and the second harmonic are significant in the distorted wave. The expressions obtained for the intensities of the orders are the same as those given by MURTY[5]) for two

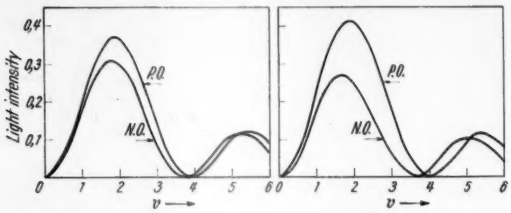


Fig. 1. Theoretical curve showing the light intensity of the first orders as a function of the sound pressure assuming 4% second harmonic. *P.O.* positive order. *N.O.* negative order

Fig. 2. Theoretical curve showing the light intensity of the first orders as a function of the sound pressure assuming 10% second harmonic. *P.O.* positive order. *N.O.* negative order

superposed waves[6]). MURTY gives expressions for the diffraction orders for two superposed waves when one of these waves is a harmonic of the other. These solutions indicate an asymmetry in the diffraction pattern when the harmonic is even.

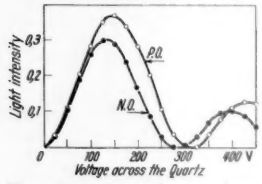


Fig. 3. Experimental curve showing the light intensity of the first orders as a function of the quartz voltage at 1 mc. and at a distance of 70 cm. *P.O.* positive order. *N.O.* negative order

Present experiments indicate satisfactory agreement between the theoretical expressions and experimental values. Figs. 1 and 2 show the theoretical values for the first orders for the case where the ratio of the amplitude of the second harmonic to the fundamental is 0·04 and 0·1 respectively. The parameter v is the argument of the Bessel function in the Raman-Nath theory. Fig. 3 gives the experimental results in water for one *Mc/s* with the light beam at a distance of 70 cm. from the transducer. Similar curves were obtained for the second and third orders. As is to be expected in the regions studied, greater distortion is observed with increasing distance.

Department of Physics, Michigan State University

K. L. ZANKEL and E. A. HIEDEMANN

Eingegangen am 17. Januar 1958

[1]) SANDERS, F. H.: Canadian J. Res., Sect. A **14**, 158 (1936). — [2]) RAMAN, C. V., and N. S. NATH: Proc. Indian Acad. Sci. **2**, 406 (1935). — [3]) MILLER, R. B.: Thesis: A study of the intensity distribution of the light diffracted by ultrasonic waves. East Lansing, Michigan: Michigan State Univ. 1956. — [4]) BREAZEALE, M. A., and E. A. HIEDEMANN: Naturwiss. **45**, 157 (1958). — [5]) MURTY, J. S.: J. Acoust. Soc. Amer. **26**, 970 (1954). — [6]) Typographical errors in some of the results of MURTY were pointed out in a private communication by MURTY.

Zur Auflösung der Hyperfeinstruktur der Elektronenresonanz in Lösung

Bei der Messung von Elektronenresonanzspektren in Lösung läßt sich durch geeignete Wahl des Lösungsmittels eine breite Resonanzlinie in viele Einzellinien auflösen. Die Hyperfeinstruktur (HFS) von Elektronenresonanzspektren freier Radikale in verdünnten Lösungen beruht auf der Wechselwirkung zwischen dem ungepaarten Elektron und denjenigen Kernen, die ein magnetisches Moment besitzen. Der Kopplungsparameter a zwischen Elektronen- und Kernspin ist ein Maß für die Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Elektrons am Ort des betreffenden Kernes (genauer ψ^2 über $1/r^3$ gemittelt). Einen Überblick über die bisherigen Ergebnisse geben die zusammenfassenden Berichte von WERTZ[1]) und HAUSSER[2]).

Zur Bestimmung der Kopplungsparameter mit den verschiedenen Kernen in der Molekel ist es wie bei jeder HFS-Analyse notwendig, daß die oft sehr zahlreichen HFS-Linien aufgelöst werden können. Dazu muß die Linienbreite möglichst klein, jedenfalls kleiner als der Abstand zwischen den einzelnen Linien sein. Überlegungen über den Zusammenhang zwischen Linienbreite und Relaxationszeit sowie über den Relaxationsmechanismus in Flüssigkeiten führten zur Verwendung hochviskoser Lösungsmittel. Die Messungen wurden mit einem EPR-Spektrometer von Varian durchgeführt. Das Ergebnis zeigt Fig. 1 am Beispiel des N-Äthyl-phenazyls, dessen magnetische Eigenschaften und Absorptionsspektren bei tiefen Temperaturen früher untersucht worden sind[3]).

Ein ähnliches Resultat ergab sich für das reine Kohlenstoffradikal 1,3-Bis-(Diphenylen)-2-phenyl-allyl[4]): In Hexan, Benzol und Äthanol keine HFS, in Paraffin, Glykol und Äthanol-Glycerin-Mischungen neun äquidistante Linien. Das Elektronenresonanzspektrum von WURSTERS Blau-Perchlorat

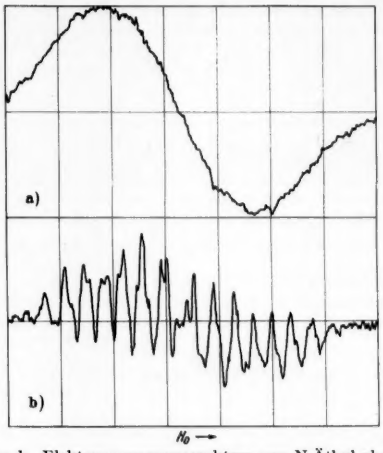


Fig. 1 a u. b. Elektronenresonanzspektren von N-Äthyl-phenazyl in Äthanol (a) und einem Gemisch von Äthanol/Glycerin (1:1) (b). Konzentration 10^{-3} mol/Liter. Gesamtbreite des Signals etwa 50 Oerstedt

in wäßriger Lösung führt zu 13 Tripletts, insgesamt 39 Linien[5]); man würde jedoch 13 Quintetts erwarten. Durch Verwendung von Glykol als Lösungsmittel gelang die Auflösung der Quintetts.

In allen Fällen waren die Absorptionsspektren im UV und im Sichtbaren bis auf die üblichen kleinen Verschiebungen zwischen polaren und unpolaren Lösungen identisch; eine Zersetzung der Substanzen bzw. eine spezifische Reaktion zwischen der untersuchten Substanz und einem bestimmten Lösungsmittel tritt also nicht auf.

Derselbe Effekt sollte sich auch durch Übergang zu tieferen Temperaturen erzielen lassen*). Eine Untersuchung einer größeren Anzahl von Substanzen unter Variation der Lösungsmittel und der Temperatur befindet sich im Gange.

Herrn Diplom-Chemiker R. WOLGAST danke ich für die Überlassung der Substanzen, Herrn ADOLF UEBERLE für seine Hilfe bei der Durchführung der Messungen.

Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung, Heidelberg, Institut für Chemie

KARL H. HAUSSER

Eingegangen am 31. Januar 1958

*) *Anmerkung bei der Korrektur:* In Methanol bei —50° C konnte eine erhebliche Verschärfung und damit bessere Auflösung der HFS-Linien erzielt werden als in Fig. 1b dargestellt.

[1]) WERTZ, J. E.: Chem. Reviews **55**, 829 (1955). — [2]) HAUSSER, K. H.: Angew. Chem. **68**, 729 (1956). — [3]) HAUSSER, K. H.: Z. Naturforsch. **11a**, 20 (1956). — HAUSSER, K. H., u. J. N. MURRELL: J. Chem. Physics **27**, 500 (1957). — [4]) KOELSCH, C. F.: J. Am. Chem. Soc. **79**, 4439 (1957). — [5]) WEISSMAN, S. I.: J. Chem. Physics **22**, 1135 (1954).

Laue-Rückstrahlaufnahmen an vielkristallinen Metallproben

Das Laue-Verfahren wird bisher fast ausschließlich zur Orientierungs- und Symmetriebestimmung von Einkristallen herangezogen[1]), wobei man sich entweder der Durchstrahl-[2]) oder der Rückstrahltechnik[3]) bedient.

Im Rahmen von Untersuchungen über das Verhalten einzelner Kristallite in den Oberflächenschichten vielkristalliner Metallproben während plastischer Verformung wurde versucht, von ganzen Kristallitgruppen gleichzeitig die Laue-

Reflexe mit dem Rückstrahlverfahren auf einem Film zu registrieren und zu identifizieren. Tatsächlich gelang es, die Orientierung mehrerer Kristallite unmittelbar durch eine Aufnahme eindeutig festzulegen und ihre Orientierungsänderungen während plastischer homogener Verformung bis etwa 10% bleibende Dehnung durch weitere Aufnahmen zu verfolgen. Untersucht wurde Reinstaluminium (99,99% Al), als Strahlenquelle diente eine Röntgenröhre mit Cu-Anode. Bisher

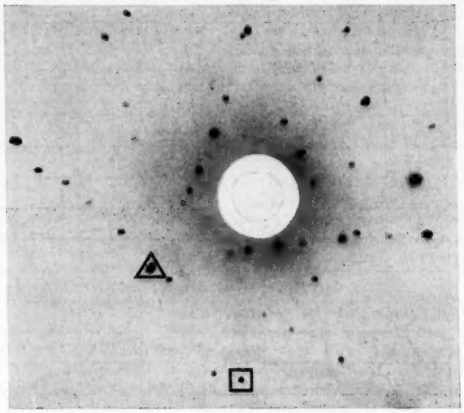


Fig. 1. Laue-Aufnahme von 2 Oberflächenkristalliten einer Reinstaluminiumprobe

konnte die Orientierung von Korngruppen*), die bis zu 5 Einzelkristallite umfaßten, vollständig bestimmt werden.

Als Beispiel zeigt Fig. 1 eine Laue-Rückstrahlaufnahme, die die Reflexe von 2 Einzelkristalliten enthält. Die (111)-Ecke des einen (△) und die (100)-Ecke des anderen (□) sind deutlich zu erkennen. In Fig. 2 sind die Orientierungen der der Stabachse parallelen Richtung beider Körner im Grunddreieck der stereographischen Projektion angegeben. Während plastischer

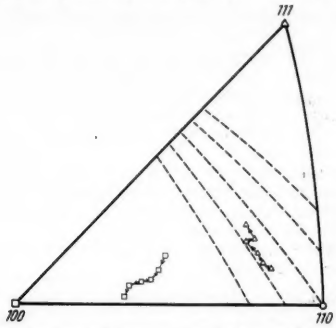


Fig. 2. Orientierungsänderungen der beiden Kristallite während homogener plastischer Zugverformung

Verformung ändern beide Kristallite längs der eingezeichneten Pfeile ihre Orientierung. Die Orientierungsänderungen wurden jeweils nach 2,4% homogener Dehnung durch weitere Laue-Aufnahmen bestimmt. Ein freier Einkristall würde längs der gestrichelt gezeichneten Großkreise während plastischer Zugverformung seine Orientierung ändern. Wie man sieht, verhält sich der eine Oberflächenkristallit der untersuchten vielkristallinen Al-Probe (△ in Fig. 2) praktisch wie ein „freier Einkristall". Hier dürfte eine einfache Translation nach dem Hauptgleitsystem überwiegen. Beim zweiten Kristalliten sind mindestens 3 Gleitsysteme aktiviert, und zwar T_1; t_1, T_4; t_4 und T_2; t_2**). Auf Grund seiner Ausgangsorientierung verhalten sich die Schubspannungen in den 3 Gleitsystemen wie $1:0{,}9_3:0{,}7$. Dadurch scheint von Anfang an Mehrfachgleitung begünstigt zu sein.

Die angegebene Methode läßt auf einfache Weise Rückschlüsse auf das Verhalten von Einzelkörnern in den Oberflächenschichten vielkristalliner Metalle während plastischer Verformung zu. Über die an Aluminium erhaltenen Ergebnisse wird an anderer Stelle ausführlich berichtet.

Röntgeninstitut der Technischen Hochschule und Institut für Metallphysik am Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart

E. Macherauch

Eingegangen am 9. Januar 1958

*) Die mittlere Korngröße der untersuchten Al-Proben betrug 200 μ².

**) Die Bezeichnung erfolgt in Anlehnung an die von J. Diehl u. a. [Z. Metallkunde 45, 489 (1954)], benutzte Einteilung.

[1]) Glocker, R.: Materialprüfung mit Röntgenstrahlen, 3. Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1949. — [2]) Friedrich, W., P. Knipping u. M. v. Laue: Bayer. akad. Ber., math.-phys. Kl. 1912, 303. — [3]) Boas, W., u. E. Schmid: Metallwirtschaft 10, 917 (1931).

Über den Nachweis erhöhter Radioaktivität in Aerosolkondensaten

Im folgenden soll über einen ungewöhnlichen Aktivitätsanstieg in Aerosolkondensaten im Oktober 1957 berichtet werden, den wir durch Messen des eingeengten Kondensates in Berlin-Dahlem verfolgt haben. Während der Zeit von 12^{00} bis 12^{00} Uhr wurde täglich 24 Std lang die Luftfeuchtig-

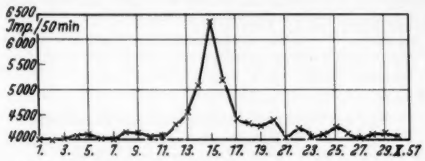


Fig. 1. Aktivität der Aerosolkondensat-Rückstände im Oktober 1957 in Berlin-Dahlem. Dauer der Einzelmessung 50 min

keit mit dem Luftentfeuchter (System Malter u. Wende)[1]) kondensiert, das angefallene Kondensat untersucht und durch Verdampfen der Feuchtigkeit auf dem Wasserbad zur Trockne eingeengt. Der feste Rückstand, jeweils etwa 200 mg, wurde mit einem Szintillationszähler*) gemessen, wobei die Ab-

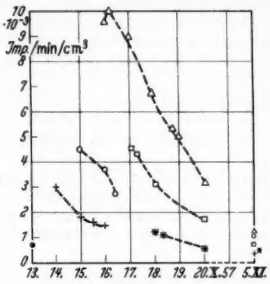


Fig. 2

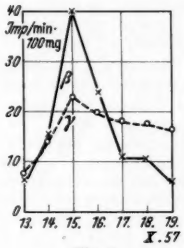


Fig. 3

Fig. 2. Aktivitätsabfall der Aerosolrückstände, berechnet auf 1 cm³ Kondensat. Infolge des Abdampfens beginnt die Impulsmessung jeweils 24 Std nach Entnahme des Aerosolkondensats. — Abszisse: Meßdaten. Ordinate: Zahl der Impulse je min und cm³ Aerosolkondensat. — Ganz rechts Meßwerte am 5. 11. 57. ● Rückstand vom 12. 10., + vom 13. 10., ○ vom 14. 10., △ vom 15. 10., ⊡ vom 16. 10. und ✱ vom 17. 10. 57

Fig. 3. Spezifische β-Aktivität/100 mg Substanz, gemessen am 24. 10. 57 (ausgezogene Kurve), und spezifische γ-Aktivität, gemessen am 25. 10. 57 (punktiert) in Farchant. Meßdauer jeweils 15 min. Abszisse: Tag der Entnahme des Aerosolkondensats. Ordinate: Zahl der Impulse je min und 100 mg Substanz

schirmung desselben den Nullwert auf einen Wert von 80 Imp/min reduzierte. Die Meßdauer war 50 min je Einzelmessung, um die Streubreite herabzusetzen.

Wie aus Fig. 1 hervorgeht, war am 13. 10. 57 ein Anstieg der Aktivität meßbar, der am 15. Oktober sein Maximum erreichte, um dann wieder abzufallen. Die Abklingungskurven Fig. 2 sind auf 1 cm³ Aerosolkondensat bezogen. Zur Nachprüfung dieser Befunde wurden die Substanzen mit einem empfindlicher geschalteten β-Zählrohr am 24. 10. und mit γ-Szintillationszähler am 25. 10. 57 in Farchant nachgemessen und ergaben hierbei die Kurven der Fig. 3.

Analytisch konnten in den Aerosolrückständen unter anderem folgende bioklimatisch wichtigen Kationen nachgewiesen werden:

Tabelle 1

Aerosolrückstand vom	Blei	Uran	Kalium	Beryllium	Strontium
14. 10. 57	+	++	+ (i. Sp.)	+	
15. 10. 57	+	+	+	+	++
16. 10. 57	+	+	+	+	+
17. 10. 57	+	+	+	+	+ (i. Sp.)
18. 10. 57	+	+	+	+ (i. Sp.)	—
19. 10. 57	+	+	+	+	+

Ausführliche Einzelheiten über diese und weitere Untersuchungen sollen später erfolgen.

Max-Planck-Institut für Silikatforschung, Zweigstelle Berlin-Dahlem LUISE HOLZAPFEL

Arbeitsmedizinisches Institut beim Staatlichen Gewerbearzt, Bochum H. CAUER

Physikalisch-Bioklimatische Forschungsstelle, Farchant (Obb.) R. REITER

Eingegangen am 25. Januar 1958

*) Szintillationszähler Philipps mit Aluminiumfenster.

[1]) vgl. CAUER, H.: Z. f. Aerosol-Forschg. u. Therapie 5, 459 (1956).

Über das Vorkommen molybdataktiver Kieselsäure in natürlichen Aerosolen

Die Bestimmung der Luftverunreinigungen erfolgt im allgemeinen mit der Filtermethode oder auch bei den Aktivitätsbestimmungen durch Untersuchung der Niederschläge. In der vorliegenden Arbeit wurden mit dem von H. CAUER[1]) angegebenen Verfahren Aerosolkondensate durch einen Luftentfeuchter (MALTER u. WENDE) gewonnen und untersucht, was zu den vorstehend angeführten Untersuchungsmethoden eine wichtige Ergänzung insofern ist, als hierbei zweifelsohne Komponenten erfaßt werden können, die mit Bezug auf die Atemluft in den anderen Bestimmungsmethoden nicht immer erfaßt werden können. Außerdem ist es möglich, diese Untersuchungen praktisch zu jeder Zeit durchzuführen, ohne von der sowohl zeitlich als örtlich zufälligen Niederschlagsbildung abhängig zu sein.

Dieses soll am Beispiel der molybdataktiven, d. h. Monokieselsäure gezeigt werden. Bekanntlich ist im Hinblick auf die Silikosefrage mehrfach die Arbeitshypothese aufgestellt worden, daß die gelöste Kieselsäure einen Hauptschädigungsfaktor für die Silikoseerkrankungen bedeutet, und wenn auch zur Zeit diese Theorie nicht mehr im Vordergrund steht, so schien es uns doch notwendig, überhaupt einmal festzustellen, wie hoch etwa der Gehalt an freier Kieselsäure normalerweise in der Atmosphäre zu sein pflegt.

Die Untersuchung von Aerosolkondensaten an vier bioklimatisch verschiedenartigen Orten Deutschlands ergaben in der in den Alpen gelegenen Station Farchant bei Partenkirchen, der Nordseestation Norderney sowie Berlin-Dahlem keine molybdataktive Kieselsäure in den Aerosolkondensaten. Lediglich in Bochum konnten ständig kleinere Mengen molybdataktiver Kieselsäure nachgewiesen werden (Fig. 1). Zu Vergleichszwecken gemessene Aerosolkondensate aus Witten-Ruhr enthielten, verglichen mit Bochum, wesentlich geringere, doch stets deutlich nachweisbare Mengen molybdataktiver Kieselsäure.

An einzelnen Tagen wurde auch in den normalerweise freien Stationen molybdataktive Kieselsäure gefunden, so z. B. in

	Farchant	Dahlem	
am 6. 7.	0,03	0,1	γ SiO_2/cm^3 Kondensat,
am 7. 7.	0,00	0,113	γ SiO_2/cm^3 Kondensat,

während sonst der Juli keine nachweisbaren Mengen an diesen Stationen erbrachte. — Es muß hierbei ausdrücklich betont werden, daß die Bestimmungen an verschiedenen Tagen durchgeführt wurden, und zwar für Station Dahlem jeweils am selben Tage nach der Abnahme, die Kondensate der anderen Stationen jeweils nach einigen Tagen in Dahlem, je nach der Geschwindigkeit des Postverkehrs. (Versand in Polyäthylenflaschen.)

Da über den Ursprung der dispersen Kieselsäure sichere Aussagen noch nicht gemacht werden können, so liegt doch die Vermutung nahe, daß diese disperse molybdataktive Kieselsäure auf thermische Reaktionen zurückzuführen ist, was besonders dadurch gestützt wird, daß z. B. in Berlin-Dahlem mit Beginn der kalten Jahreszeit, d. h. der Heizungsperiode, ein häufigeres Auftreten von disperser Kieselsäure im Aerosol gefunden wird (Fig. 1), während in den Nordseeaerosolen (Norderney) nach wie vor kein eindeutiger Nachweis gelingt

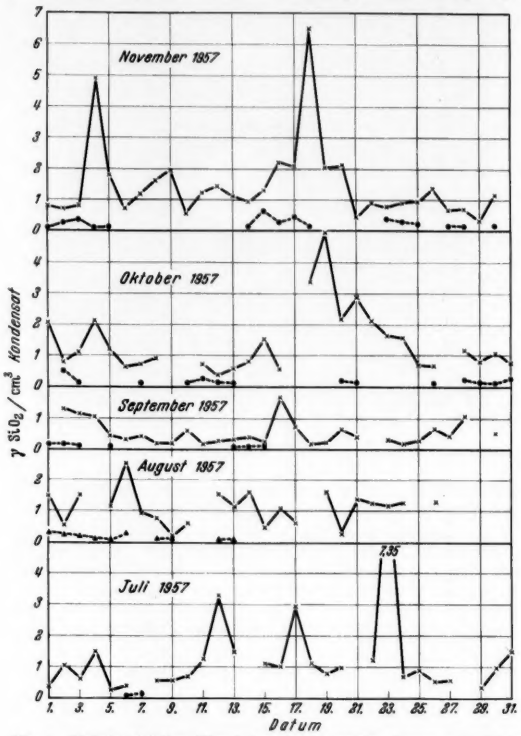


Fig. 1. Molybdataktive Kieselsäure in Aerosolkondensaten Juli bis November 1957. + Bochum; ○ Berlin-Dahlem (täglich bestimmt); △ Witten-Ruhr (10 Proben)

und in Farchant trotz der kalten Jahreszeit nur ganz selten wie bisher, da an diesen Stationen zweifellos die Anreicherungsmöglichkeit von Verbrennungsgasen, wie sie in Großstädten gegeben ist, nicht in dem Maße vorliegt.

Ausführliche Einzelheiten über diese Untersuchungen insgesamt sollen später erfolgen.

Max-Planck-Institut für Silikatforschung, Zweigstelle Berlin-Dahlem L. HOLZAPFEL

Arbeitsmedizinisches Institut beim Staatlichen Gewerbearzt, Bochum H. CAUER

Klimastation (der Gesellschaft für Krebsbekämpfung, Düsseldorf), Norderney F. HESSE

Physikalisch-Bioklimatische Forschungsstelle, Farchant/Obb. R. REITER

Eingegangen am 30. Januar 1958

[1]) CAUER, H.: Z. Aerosol-Forsch. 5, 459 (1956).

Elektrode zur Bestimmung des CO_2-Drucks

Eine Glaselektrode zur p_H-Messung wurde mit einer Polyäthylenhülse von 10 bis 20 μ Wandstärke so überzogen, daß nur ein kapillarer Spalt zwischen Elektrode und Hülse blieb, der mit m/1000 $NaHCO_3$-Lösung gefüllt war. Die Bezugselektrode stand in Kontakt mit der Bikarbonatlösung. Die Polyäthylenmembran erwies sich als leicht durchlässig für CO_2, aber sehr schwach durchlässig für Wasser und gelöste Substanzen einschließlich Wasserstoffionen. Bringt

man dieses System in eine zu untersuchende Lösung wie z. B. Blut, so gleicht sich der CO_2-Druck zwischen der zu untersuchenden Lösung und dem Bikarbonatpuffer aus, und zwar wegen der geringen Menge des letzteren nahezu ohne CO_2-Verlust. Das p_H im Bikarbonatpuffer ist gegeben durch die Gleichung von HENDERSON-HASSELBALCH.

$$p_H = pK' + \log (760\,[HCO_3^-]/\alpha') - \log P_{CO_2},$$

worin pK' die Summe aus dem negativen Logarithmus der scheinbaren Dissoziationskonstante von Kohlensäure und dem Logarithmus des Aktivitätskoeffizienten von HCO_3^-, α' den Bunsenschen Absorptionskoeffizienten in Mol Liter^{-1} at^{-1}, HCO_3^- die Konzentration des dissoziierten Bikarbonats in Mol Liter^{-1} und P_{CO_2} den CO_2-Druck in Torr bedeutet. Da alle übrigen Größen im Bikarbonatpuffer als konstant angesehen werden können, ist die p_H-Anzeige nur vom CO_2-Druck abhängig und kann zur Messung des CO_2-Drucks verwendet werden.

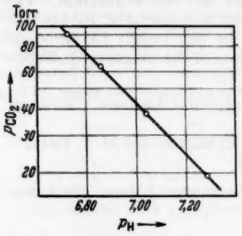


Fig. 1. Abhängigkeit des p_H vom CO_2-Druck

Zur Prüfung der Anordnung wurde die zu untersuchende Lösung mit Gasgemischen bekannter CO_2-Konzentration durchperlt. Die Meßgenauigkeit bei Vergleichsmessungen war für p_H: $\pm 0{,}01$, was im Bereich eines CO_2-Drucks von 40 Torr etwa 1 Torr CO_2-Druck entspricht. Die Einstellzeit bis zur Endablesung betrug je nach Membrandicke 8 bis 15 min. Fig. 1 zeigt eine Eichkurve. Die Empfindlichkeit ist etwas geringer, als der oben angegebenen Gleichung entspricht. Die Elektrode kann auch in der Gasphase verwendet werden. Ausführliche Publikation ist in Pflügers Arch. ges. Physiol. vorgesehen.

Mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Physiologisches Institut der Universität, Göttingen

K. H. GERTZ und H. H. LOESCHCKE

Eingegangen am 29. Januar 1958

Leitfähigkeitstyp des während der Schwefelung von Silber entstandenen α-Ag_2S

Zwei der Autoren dieser Arbeit haben bewiesen[1]), daß während der Schwefelung von Silber im flüssigen Schwefel α-Ag_2S-Zunder entsteht, welcher Abweichungen von der stöchiometrischen Zusammensetzung aufweist. In der Nähe der Phasengrenze Ag_2S/Ag tritt nämlich ein Überschuß (Zone I) und in der Nähe der Phasengrenze $Ag_2S/S_{(flüssig)}$ ein deutlicherer Unterschuß an Silber auf (Zone II). Diesen Sachverhalt zeigt Fig. 1, wo das analytisch bestimmte Verhältnis Ag/S als Funktion der Ortskoordinate dargestellt ist.

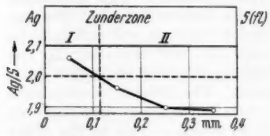


Fig. 1. Atomverhältnis Ag/S in α-Ag_2S als Funktion der Ortskoordinate

Wie die röntgenographischen Untersuchungen von RAHLES[2]) gezeigt haben, tritt im α-Ag_2S die Fehlordnung ausschließlich im Kationengitter auf. Im Zusammenhang damit läßt sich nach HAUFFE[3]) der Mechanismus der Entstehung der Fehlordnung durch folgendes Schema beschreiben:

$$\text{Zone I} \qquad Ag_2S \rightleftharpoons 2\,Ag_{\bigcirc}\cdot + 2\ominus + \tfrac{1}{2}\,S_{2\,(flüssig)} \qquad (1)$$

$$\text{Zone II} \qquad \tfrac{1}{2}\,S_{2\,(flüssig)} \rightleftharpoons Ag_2S + 2\,Ag_{\square}\cdot + 2\oplus; \qquad (2)$$

hierbei werden folgende Bezeichnungen gebraucht: $Ag_{\bigcirc}\cdot$ Silberion auf einem Zwischengitterplatz; $Ag_{\square}\cdot$ Leerstelle im Kationenteilgitter; $\ominus$ quasi-freies Elektron; $\oplus$ Elektronenloch.

In der Zone I könnte man also in der Nähe der Phasengrenze Ag/Ag_2S Elektronenüberschußleitung (n-Leitung), in II in der Nähe der Phasengrenze $Ag_2S/S_{(flüssig)}$ Elektronendefektleitung (p-Leitung) erwarten.

Auf Grund seiner Halleffektuntersuchungen ist jedoch KLEIBER[4]) zu der Meinung gekommen, daß α-Ag_2S als ein n-Halbleiter anzusehen ist. KRACEK[5]) hat dagegen gezeigt, daß in α-Ag_2S eher mit einem Unterschuß an Silber zu rechnen ist. Den Widerspruch zwischen diesen beiden Resultaten versuchte HEBB[6]) kürzlich durch die Annahme zu erklären, daß der Schwefelüberschuß im Ag_2S darauf zurückzuführen sei, daß sich der Schwefel in diesem Sulfid in Form von Atomen bzw. Molekeln auflöst, ohne in Form von S^{-2}- und S^{-1}-Ionen ins Gitter eingebaut zu werden. Solche Möglichkeit der Fehlordnung wurde von SCHOTTKY als ein spezieller Fehlordnungstyp — Superoxydation-Halbleitertyp — vorgesehen[7]).

Um die Abweichungen von der stöchiometrischen Zusammensetzung der Ag_2S-Proben in den Zonen I und II mit Hilfe eines Modells zu erklären, haben die Autoren versucht, das Zeichen der Stromträger sowie auch die spezifische Leitfähigkeit zu bestimmen. Das Zeichen der Stromträger wurde durch Messung der thermoelektrischen Kraft bei Zimmertemperatur gegen Platin bestimmt, wobei der Temperaturunterschied $\Delta t = 5$ bis 20° C betrug. In der inneren und in der äußeren Zunderzone ist das Zeichen der thermoelektrischen Kraft negativ, was darauf hinweist, daß beide Proben als n-Leiter anzusehen sind.

Das Zeichen der Stromträger läßt sich auch auf Grund der Richtung feststellen, in welcher sich die elektrische Leitfähigkeit ändert, wenn auf der Oberfläche bestimmte Zusatzniveaus auftreten. Donatorenniveaus können z. B. unter anderem auch durch Adsorption von Äthylalkoholmolekeln hervorgerufen werden[8]). [Meßmethode siehe [9]).] Infolge der Chemisorption der Äthylalkoholdämpfe vergrößert sich die Leitfähigkeit beider Proben, was auch dafür spricht, daß Ag_2S in beiden Zonen als Elektronenüberschußleiter anzusehen ist. Die Leitfähigkeit beider Proben ist aber (bei Zimmertemperatur) verschieden. Sie beträgt nämlich bei Zone I $\sigma = 4{,}5 \cdot 10^{-4}$, Zone II $\sigma = 6{,}7 \cdot 10^{-5}$ ohm^{-1} cm^{-1}.

Die Feststellung, daß in beiden Zonen Elektronenleitung auftritt, weist darauf hin, daß sich die Fehlordnung im Kationenteilgitter in der Nähe beider Phasengrenzen mit dem Schema (1) beschreiben läßt. Daraus kann man schließen, daß der in der Nähe der Phasengrenze Ag_2S/S festgestellte Überschuß an Schwefel HEBBs Hypothese bestätigt, daß sich also der Schwefel im Ag_2S in Form von Atomen oder Molekeln auflöst. Die viel niedrigere Leitfähigkeit der Proben aus der Zone II gegenüber denen aus Zone I scheint zu beweisen, daß der in α-Ag_2S gelöste elektroneutrale Schwefel auf den Gleichgewichtszustand einen Einfluß dahin ausübt, daß sich dabei die Fehlordnung im Kationenteilgitter verkleinert.

Institut für anorganische Chemie und Institut für allgemeine Chemie, Berg- und Hüttenwesen, Akademie zu Kraków

J. DEREŃ, J. HABER, S. MROWEC und T. WERBER

Eingegangen am 30. Dezember 1957

[1]) CZERSKI, L., S. MROWEC, K. WALLISCH u. T. WERBER: Arch. Hutnictwa PAN 3, Nr. 1 (1958). — [2]) RAHLES, P.: Z. physik. Chem., Abt. B 31, 157 (1935). — [3]) HAUFFE, K.: Privatmitteilung 1957. — [4]) KLAIBER, F.: Ann. Physik 3, 229 (1929). — [5]) KRACEK, F. C.: Trans. Amer. Geophys. Union 27, 364 (1946). — [6]) HEBB, M. H.: J. Chem. Physics 20, 185 (1953). — [7]) SCHOTTKY, W.: Z. Elektrochem. 45, 33 (1939). — [8]) BIELAŃSKI, A., J. DEREŃ, J. HABER u. T. WILKOWA: Bull. Acad. Polon. Sci., Cl. III 5, 673 (1957). — [9]) BIELAŃSKI, A., J. DEREŃ u. J. HABER: Przem. chem. 12, 642 (1956).

Electrometric Study on the Reaction between Mercuric (Mercury) and Sodium Thiosulphate

The reaction between $HgCl_2$ or $Hg(NO_3)_2$ and $Na_2S_2O_3$ has been studied potentiometrically using a bright platinum foil as an indicator electrode in conjunction with a saturated calomel electrode by means of an ammonium nitrate bridge. E.M.F. is measured on a Cambridge p_H meter. Using different concentrations of reactants, potentiometric titrations were performed both by the direct and the inverse methods (i.e., when thiosulphate solution from the micro-burette was added to mercuric salt soln. in the electrode cell and vice-versa) and also in presence of 10 and 20% alcohol (Fig. 1).

It is observed that when $Na_2S_2O_3$ is added to a solution of $HgCl_2$ or $Hg(NO_3)_2$ and the potential between a platinum indicator electrode and a S.C.E. is measured and plotted against the volume of the titrant, a marked deflection in curve occurs at a point, where the molecular ratio of reactants $Na_2S_2O_3$ and $HgCl_2$ is as 2:3, corresponding to the formation of a thio-salt $HgCl_2 \cdot 2\,HgS$ according to the reaction:

$$3\,HgCl_2 + 2\,Na_2S_2O_3 + 2\,H_2O = 2\,Na_2SO_4 + 4\,HCl + HgCl_2 \cdot 2\,HgS$$

Titration curves have a regular form, a pronounced maximum in dE/dC occurs at the end point and the results are very accurate and reproducible. The potential assumes a steady value rapidly after the addition of thiosulphate solution. The addition of alcohol has hardly any effect on the end point or on the nature of the curves except that the magnitude of the potential jump slightly increases in its presence.

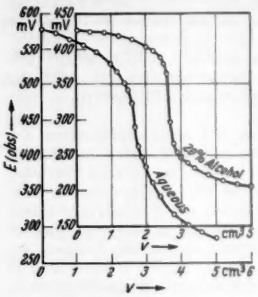


Fig. 1. Mercuric thiosulphate complex. Abscissa: Vol. of M/10 $Na_2S_2O_3$ added to 20 c.c. of M/50 $HgCl_2$ (in c.c.). Ordinates: E (obs.) in millivolts.

The inverse titrations, however, do not give satisfactory results. E.M.F. does not become constant but goes on changing.

The results of direct potentiometric titrations are so accurate that the method can be recommended for the quantitative determination of mercuric or thiosulphate solutions. The formation of a thio-salt $HgCl_2 \cdot 2\,HgS$ as suggested by conductivity measurements[1]) has been confirmed by electrometric results. The latter are also in agreement with the views reported in "FRITZ EPHRAIM, Inorganic Chemistry, THORNE and ROBERTS, 5th. Edition, 1949, p. 567" that in excess of mercuric salt, a thio-salt is formed according to the reaction stated above and that by titrating the acid formed, this reaction can be used for the estimation of thiosulphate.

Chemical Laboratories, Government College, Kota (Rajasthan), India

RAM SAHAI SAXENA

Eingegangen am 31. Dezember 1957

[1]) SAXENA, R.S.: Naturwiss. 45, 11 (1958).

A Simple Device for Study of Reactions between Liquid and Gas Phases by Magnetic Method

In reactions between liquid and gas phases the magnetic susceptibility changes frequently. In these cases the study of the kinetic is possible by measuring the magnetic susceptibility either of the liquid or the gas phases. For example, SELWOOD and BOARDMANN[1]) have studied the oxidation of

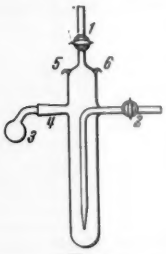


Fig. 1

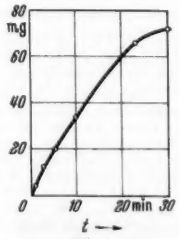


Fig. 2

Fig. 1. Reaction vessel (see text)

Fig. 2. Weight-change (in mg) at the oxygenation of Co(II) Gl. Gl. Concentrations are $CoCl_2$: $5 \cdot 10^{-2}$ mol/liter; glycilglycine: $2{\cdot}27 \cdot 10^{-1}$. p_H 9. All measurements in vacuum

styrene. The process was followed by the measurements of the disappearence of oxygen measuring the magnetic susceptibility.

At present we have been studying the kinetics of oxygenation and oxidation of different Co(II) complexes by measuring the change of the magnetic susceptibility. Namely, the susceptibility of the solution changes during these processes: from the paramagnetic Co(II) complex diamagnetic oxygen carrying Co(II) and Co(III) complexes form. The measurements of susceptibility were carried out by the Gouy method. For that purpose a special tube was constructed. Fig. 1 shows the outline of the reaction vessel.

The stopcock (*1*) renders possible the evacuation of tube and solution contained therein by suction, while the stopcock (*2*) and the gas inlet joined to and reaching the bottom of the vessel serve to bubble off the different gases through the solution. The small flask (*3*) offers a possibility of storing another solution. This is extremely important in cases when the mixing of the two solutions cannot be carried out in the air, as a change immediately occurs. By the ground joint (*4*) the flask (*3*) can be turned and so the solution therein can be poured into the vessel. The hooks (*5, 6*) serve to suspend the tube. The tube above described is easily manageable and suitable for the measurement of the susceptibility in both vacuum and any gas atmosphere. Naturally, the susceptibility of the solvent and of the tube itself has to be determined separately and to be considered at the evaluation. The applicability of this method can be demonstrated by the experiment, where oxygen uptake of the Co(II) Gl. Gl. complex was followed by measurements of the magnetic susceptibility (Fig. 2).

Institute for Inorganic and Analytical Chemistry, University of Szeged, Hungary

F. MÁRTA and M. T. BECK

Eingegangen am 25. Januar 1958

[1]) BOARDMANN, H., and P. W. SELWOOD: J. Amer. Chem. Soc. 72, 1372 (1950).

On the Irreversible Oxidation of Oxygen Carrying Cobaltous Complexes

It is well known that the cobaltous complexes of some amino acids and peptides can take up molecular oxygen in reversible reaction. The reversible oxygenation — which does not involve the change of valence of the central ion — is followed by an irreversible process. It would be a plausible supposition that in the irreversible oxidation the cobaltous complex is oxidised to the cobaltic one. However, the amount of oxygen taken up is more than it would be necessary for this reaction, and the p_H metric and magnetic study did not prove the oxidation of the central ion[1]),[2]).

The simplest way for the solution of this problem is the comparative study of the properties of the cobaltic complexes and the products of irreversible oxidation.

For this purpose the cobaltic glycylglycine and the so-called oxygen carrying cobaltous glycylglycine complexes were prepared. [For preparation of the "irreversible" complex oxygen was bubbled through the solution of $Co(NO_3)_2$ and glycylglycine at p_H 7 for 24 hours. The Co(III) complex was prepared from freshly precipitated $Co(OH)_3$ by shaking with the solution of glycylglycine.] The spectra of these compounds were determined in the visible region by a Beckman B spectrophotometer. Further, the magnetic properties of these complexes were examined. The two compounds proved to be equal spectroscopically, and both compounds are diamagnetic. Consequently, the product of the irreversible oxidation, really, is the Co(III) glycylglycine complex. This statement apparently is in contrast with the observation that the formation of the irreversible complex requires one molecule O_2 for two cobaltous ions, although for the oxidation to the cobaltic valence state is necessary $^1/_2$ molecule of oxygen only. The explanation is very simple. The brown intermediate which forms at the reversible oxidation is an oxygen carrying Co(II) glycylglycine complex from which — due to the effect of hydrogen ions — the Co(III) complex and different oxidative ions and radicals form. These free radicals do not or only partly give off oxygen, as the solution in the case of excess of both cobaltous and glycylglycine contains oxygen acceptors.

Analogous experiments were performed with the Co(II) histidine complex, too. These experiments did not give unambiguous results because the spectrum of the product of irreversible oxidation is different from that of the Co(III) histidine complex. However, it has to be considered that the histidine is much more oxidizable than the glycylglycine, and the products of the oxidation can form stable complexes as it was observed by us in connection with the Cu(II) histidine complex[3]).

The author wishes to express his gratitude to Prof. Z. G. SZABÓ for the valuable discussions.

Institute for Inorganic and Analytical Chemistry, University of Szeged, Szeged, Hungary

M. T. BECK

Eingegangen am 25. Januar 1958

[1]) TANFORD, C., D. C. KIRK and M. K. CHANTOONI: J. Amer. Chem. Soc. 76, 5325 (1954). — [2]) HEARON, J. Z., and D. BURK: J. Nat. Cancer Inst. 9, 337 (1949). — [3]) CSÁSZÁR, J., L. KISS and M. T. BECK: Naturwiss. (in press).

Kinetics of Isotopic Exchange Reactions of Alkyl Iodides

Isotopic exchange reactions have been studied by several authors, among others exchange reactions between alkyl iodides and iodine ions were also dealed with by some researchers too[1),2)]. In spite of this fact experiments have been carried out recently on these reactions with the aim to determine the connection between the construction of the alkyl-iodides and the kinetics of exchange reactions[3)].

In our experimental work we measured the kinetics of the isotopic exchange between ethyl-, butyl- and propyl-iodides and KJ labelled J^{131} in an absolute ethanol medium. The experiments were carried out on 56° C, the extension of the exchange was determined by measuring the specific activity of organic iodide. The velocity constant "k" was calculated from the data received by the experimental work and by using the following equation:

$$k = -\frac{2{,}3}{(a+b)\,f\,t}\log\left[1-\left(1+\frac{b}{a}\right)\frac{x}{c}\right]$$

$a = [RJ]$; $b = [J^-]$; $c = [^{131}J^- + R^{131}J]$; $x = [R^{131}J]$; f = activity coefficient; t = time.

The values of k are given in table 1.

Table 1. *Values of $k \cdot 10^4$ lit · mol^{-1} · sec^{-1}, ΔE (in cal/mol) and w_0 (initial velocity) in sec^{-1}*

RJ	$k \cdot 10^4$	ΔE	w_0
CH_3CH_2J	46·7	0	21
$CH_3CH_2CH_2J$	25·7	391	11·4
$CH_3CH_2CH_2CH_2J$	14·6	757	7·4

The above equation shows that the logarithmic expression as function of time must give a straight line. This fact was entirely supported by the experimental data as it is to be seen in Fig. 1. We also carried out calculations on the activation energy of the studied compounds. The table 1 (third column) shows the differences of the activation energies and affords also an information according the divergence in the reactivity of the individual radicals.

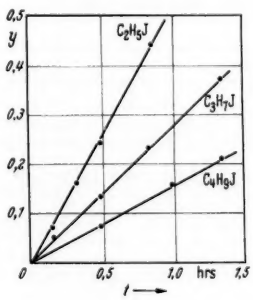


Fig. 1

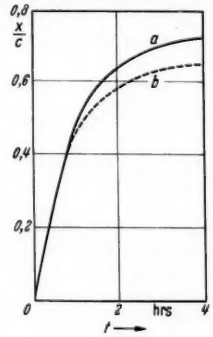


Fig. 2

Fig. 1. $y = -\log\left[1-\left(1+\frac{b}{a}\right)\frac{x}{c}\right]$ vs. time t (in hours)

Fig. 2. x/c vs. time t (in hours). a C_2H_5J; b $C_2H_5J + C_6H_5NH_2$

The comparison can be carried out also on base of the initial velocity (Table 1, last column). We determined further the effect of aniline on the velocity of the exchange. It was the process was inhibited by the presence of aniline, the values found that of the exchange are smaller and the equilibrium were detained. See e.g. the effect of aniline in case of ethyl iodide on Fig. 2.

Methods and detailed data will be given elsewhere.

Isotope Laboratory, Agrochemical Research Institute, Herman Ottó-ut 15, Budapest (Hungary)

D. GÁL and F. DUTKA

Eingegangen am 2. Januar 1958

[1)] McKay, H. A. C.: J. Amer. Chem. Soc. **65**, 702 (1943). — [2)] Hodgson, G. W., H. G. V. Evans and C. A. Winkler: Canad. J. Chem. **29**, 60 (1951). — [3)] Neumann, M. B., I. M. Schapowaloff and V. B. Miller: J. Phys. Chem. URSS. **28**, 1943 (1954).

Determination of Water of Crystallisation through Absorption in Phosphorus Pentoxide

The figure 1 shows the apparatus used, made of thick-walled Pyrex glass. The test tube at c is filled with P_2O_5 and closed with dried cotton in order to avoid absorption of water during weighing. The substance under study is weighed into test tube d. The system is sealed off at a by fusing and evacuated through b. If the substance under study has water of crystallisation that is released in a vacuum, the evacuation is continued until this water has been removed. After that b is sealed off. The substance is dehydrated by heating on a Bunsen flame. If the substance studied gives off e.g. iodine, the iodine vapours are condensed through cooling at e.

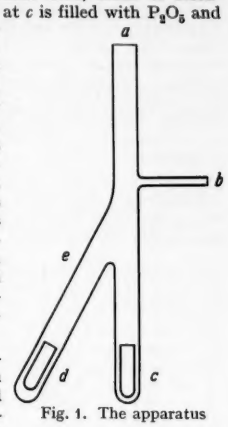


Fig. 1. The apparatus

The apparatus is left in sealed-off condition for approx. seven days after which it is opened and the P_2O_5 tube weighed. The absorption time will, however, be shorter if the decomposition products of the substance do not appreciably increase the pressure within the apparatus.

Department of Chemistry, Institute of Technology, Helsinki (Finland)

ROLF UGGLA

Eingegangen am 27. Januar 1958

Über grüne Invertseifen-Chromoproteid-Komplexe

Unter dem Einfluß von Laurylpyridiniumchlorid (LPC) zeigten Metamyoglobinlösungen (MMb) einen Farbumschlag von Braun nach Grün, dem spektraloptisch die Bildung eines Extinktionsminimums bei 538 mμ entsprach. Vollständige Umwandlung in den grünen Farbstoff wurde bei einem Gewichtsverhältnis LPC/MMb von 5:1 erzielt. Wie nach Fig. 1 aus den Intervallen der Extinktion hervorgeht, liegt Halbumwandlung bei einem Gewichtsquotienten von 0,86:1 vor. Das Vorhandensein isosbestischer Punkte besagt, daß bei der Entstehung des grünen Pigmentes aus dem MMb nur diese beiden Farbstoffe miteinander im Gleichgewicht stehen. Stellt man die Abhängigkeit des Umwandlungsgrades von der LPC-Konzentration graphisch dar, so erhält man die Kurve Fig. 2. Das anfangs sehr flache, dann sehr steile Absteigen dieser Kurve läßt darauf schließen, daß für den Farbumschlag die Bindung von mehreren (n) Kationen notwendig ist, und zwar dürften bei LPC-Konzentrationen, die dem flachen Kurvenstück entsprechen, vorwiegend niedere Komplexe gebildet werden, die farblich mit dem Myiglobin identisch sind. Um diese Komplexe auf die für den Farbumschlag kritische Anzahl von n-Kationen aufzufüllen, wäre dann nur noch eine relativ geringe Erhöhung der Gesamt-Kationenkonzentration notwendig, was den fast unvermittelten Steilanstieg der Kurve erklären würde. Im Gegensatz zu der von KROMPHARDT untersuchten Reaktion zwischen MMb und dem anionischen Tetradecylsulfat würde demnach die Bindung des kationischen LPC an das MMb nicht in einer Alles-oder-Nichts-Reaktion, sondern stufenweise erfolgen. Der für die Farbänderung erforderliche Kationenbedarf ist p_H-abhängig. Bei p_H 6,2 ist er 2 bis 3mal so groß wie bei p_H 8,2. Wenn man annimmt, daß die kationischen Netzmittel mit den anionischen Gruppen des Chromoproteids in Verbindung treten, muß dieser Befund erwartet werden. Die Bindung des LPC an das Myoglobin erfolgt reversibel. Dialysiert man die Lösung des grünen Pigmentes in der Kälte gegen aqua dest., so kann man nach etwa 5 Tagen ein spektralreines MMb zurückgewinnen, das bei Sättigung seiner Lösung mit Ammoniumsulfat in den für das Pferde-MMb typischen Nadelbüscheln auskristallisiert. Das grüne Umwandlungsprodukt selbst läßt sich durch Ammonsulfat weder ausfällen noch zur Kristallisation bringen. Seine Lösungen erweisen sich als hitzestabil; sie zeigen bei 10minütiger Erwärmung auf 90° C weder Koagulation noch Farbänderung.

Zur weiteren Charakterisierung des LPC-MMb-Umwandlungsproduktes wurden die Spektren seiner reduzierten Verbindung sowie seiner CO- und CN-Derivate aufgenommen. Das bei einem Gewichtsverhältnis von 2,5:1 gemessene

CO-Spektrum ist mit dem CO-Hämochrom-Spektrum identisch, während die Kurve des reduzierten Umwandlungsproduktes auch bei hohen Gewichtsverhältnissen einer Hämochromkurve niedrigen Umwandlungsgrades entspricht, wie sie KROMPHARDT z. B. bei Einwirkung von 0,2:1 Tetradecylsulfat:MMb erhielt. Das CN-Derivat zeigt außer einer Verschiebung seines Maximums von 540 auf 550 mμ eine Erniedrigung seiner Soretbande, die sich von 425 auf 435 mμ verschiebt und dabei 29% an Extinktionshöhe verliert. Analoge Veränderungen der Soretbande stellte TSUSHIMA[6]) nach Einwirkung von Natriumdodecylsulfat auf CN-Hämoglobin fest.

Die für das LPC gefundenen spektralen Veränderungen am MMb lassen sich für drei weitere Invertseifen dahingehend verallgemeinern, daß alle grünen Lösungen mit Extinktionsminima bei 538 mμ bilden, sie zeigen lediglich eine Verschiebung ihres Maximums von 580 bis auf 575 mμ und eine Vertiefung des beim LPC-MMb um 592 mμ gelegenen Knicks. Geprüft wurden: Dodecyl-trimethyl-ammoniumchlorid und die Desinfektionsmittel Riseptin (Dodecyl-dimethyl-3,4-dichlorbenzylammoniumchlorid) und Zephirol (Alkyldimethylbenzylammoniumchlorid). Vergleichende Versuche an frischen Pferdebluthämolysaten hatten folgendes Ergebnis: Gibt man zu einer 0,1%igen Metahämoglobinlösung (MHb) LPC bis zu einem Gewichtsverhältnis von 5:1, so erhält man eine grüne trübungsfreie Lösung, deren Spektrum, einschließlich der bei 397 mμ gelegenen Soretbande, mit dem Spektrum des LPC/MMb übereinstimmt. Abweichend von den Myoglobinversuchen treten bei niederen LPC-Konzentrationen Trübungen auf, isosbestische Punkte fehlen. Die Bildung des grünen Pigmentes vollzieht sich hier interessanterweise über die rote Stufe des Hämichroms, dessen Spektrum besonders deutlich im relativ Sauren, bei p_H 6,64 und einem Gewichtsverhältnis von 1,25:1 nachzuweisen war. Dodecyl-trimethyl-ammoniumchlorid liefert bei einem Quotienten von 2,5:1 und p_H 6,64 eine besonders reine Hämichrom-Lichtabsorptionskurve. Trübungen, die sich als vorwiegend viskose, rotbraun gefärbte Niederschläge abzentrifugieren lassen, treten bei LPC/MHb-Gewichtsverhältnissen von 0,1 bis 2,5:1 auf. Sie sind bei p_H 7,38 stärker als bei 6,64 und erreichen bei einem Gewichtsquotienten von 0,8:1 ihr Maximum. Den gleichen p_H-Effekt fand POLONOVSKY[4]) bei Zephirol-Serumalbumin-Komplexen. Niederschlagsbildung und Redispersion von Proteinen unter Einwirkung steigender Netzmittelkonzentrationen werden ferner von ELKES und MILLER beschrieben.

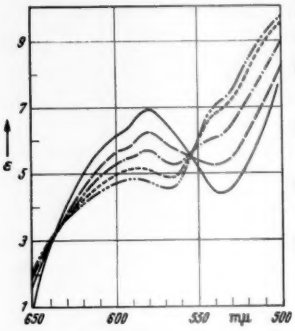


Fig. 1

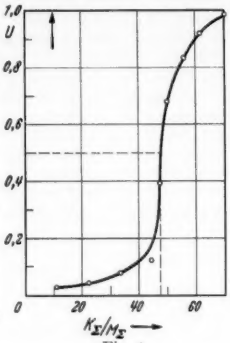


Fig. 2

Fig. 1. Lichtabsorptionskurve des Metamyoglobins nach Zugabe verschiedener Konzentrationen an Laurylpyridiniumchlorid. Gewichtsverhältnis LPC/MMb: I 0:1 und 0,1:1, II 0,8:1, III 0,85:1, IV 0,9:1, V 5:1 und 10:1; Konz. an MMb = 0,1%; p_H = 8,2 (Borsäure-Soda-Puffer)

Fig. 2. Abhängigkeit des Umwandlungsgrades u vom Molverhältnis Laurylpyridiniumchlorid zu Gesamtfarbstoff (K_Σ/M_Σ)

Erwähnt seien noch Versuche mit Hämin in Borsäure-Soda-Puffer vom p_H 10. Reichert man eine $6 \cdot 10^{-5}$ mol. Häminlösung bis zu einer Konzentration von $3{,}4 \cdot 10^{-3}$ Mol/Liter mit LPC an, so erhält man wiederum ein mit dem LPC/MMb identisches Spektrum. LPC in 10 bis 20fach verdünnter Anwendung fällt das Hämin quantitativ aus.

Die roten und grünen Umwandlungsprodukte des MHb fallen bei Entzug des Detergens während der Dialyse als rotbraune Niederschläge aus.

Wahrscheinlich wird demnach das kationische Detergens nicht oder nicht wesentlich wie die anionischen primär am Eiweiß, sondern direkt an der prosthetischen Gruppe wirksam sein. Dafür sprechen auch die soeben publizierten Kurven von SCHELER und JUNG[5]), welche am Hämatin mit Stickstoffbasen ähnliche Absorptionskurven wie wir erhielten.

Kiel, Institut für physiologische Chemie

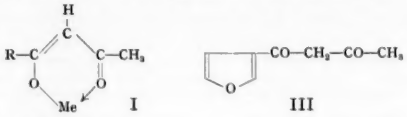
BÄRBEL NIEDICK

Eingegangen am 13. Januar 1958

[1]) ELKES, J., u. J. B. FINEAN: Surface Chemistry. London: Butterworth 1949. — [2]) KROMPHARDT, H., u. D. LÜBBERS: Erscheint später. — [3]) MILLER, G. J., u. K. J. I. ANDERSSON: J. of Biol. Chem. **144**, 475 (1942). — [4]) POLONOVSKY, J., u. M. MACHEBOEUF: Ann. Inst. Pasteur **74**, 196 (1948). — [5]) SCHELER, W., u. F. JUNG: Biochem. Z. **329**, 222 (1957). — [6]) TSUSHIMA, K.: J. of Biochem. **43**, 235 (1956).

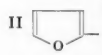
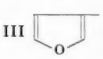
Furoyl-(3)-aceton

Im Rahmen der Untersuchungen über den Einfluß von durch π-Elektronen gekennzeichneten Resten R- auf die Stabilität der Metallchelate von 1,3-Diketonen[1]) I wurde von uns auch das dem bekannten Furoyl-(2)-aceton II analoge Furoyl-(3)-aceton III auf folgendem Wege synthetisiert:



Furan-(3)-carbonsäure, die nach REICHSTEIN[2]) und SMITH[3]) über Furantetracarbonsäure gewonnen worden war, wurde mit C_2H_5OH und HCl in 67%iger Ausbeute zu Furan-(3)-carbonsäure-äthylester IV (Kp. 178°) umgesetzt. Kondensation von IV mit Aceton durch aktives $NaNH_2$ führt in 29%iger Ausbeute zu III (wobei 60% des Esters als Säure zurückgewonnen werden können, entsprechend einer Ausbeute an II von 90%). Die Kondensation mit $NaOC_2H_5$ führt im Gegensatz zur Synthese von II zu schlechteren Ausbeuten an III.

Die Eigenschaften von III unterscheiden sich wesentlich von denen von II:

Diketon	Fp.	Cu-Chelat	Fp.
II  blaßgelbe Kristalle (Benzin)	30 bis 31°	blaßgrüne Kristalle (Alkohol)	223 bis 224° (Z) (ab 200° Verfärbung nach grün)
III  farblose Kristalle (Benzin)	67,5 bis 68°	blaugraue Nadeln (Alkohol)	224 bis 225° (Z) (ab 200° Verfärbung nach grün)

Der Mischschmelzpunkt der Cu-Chelate von II und III liegt beim Gemisch von ~1:1 über 15° tiefer als der der reinen Chelate.

III sublimiert selbst bei Zimmertemperatur und Normaldruck langsam zu prächtigen farblosen Kristallen, die zum Teil bei 66° und bei 69° restlos schmelzen. Nach der Wiedererstarrung liegt der Schmelzpunkt (wie bei dem aus Benzin umkristallisierten III) bei 67 bis 68°. Wahrscheinlich sublimiert die *Enol*form, welche aus Benzin kristallisiert, um sich bei der Sublimation in ein Keto-Enol-Gemisch umzuwandeln, das den unschärferen Fp. besitzt. Die Lösung von III in C_2H_5OH gibt in gleicher Weise wie die Lösung von II eine starke kirschrote Enolreaktion. Die Löslichkeiten der Cu-Chelate in verschiedenen Lösungsmitteln sind sehr ähnlich.

Analysen: Diketon III: $C_8H_8O_3$; ber. C 63,18%, H 5,26%; gef. C 63,49%, H 5,23%. — Cu-Bis-Furoyl-(3)-aceton: $C_{16}H_{14}O_6Cu$; ber. C 52,52%, H 3,86%, Cu 17,37%; gef. C 52,78%, H 3,97%, Cu 17,16%.

Untersuchungen über die Stabilität der H- und Cu-Chelate von II und III sind im Gange.

Institut für Anorganische Chemie der Karl-Marx-Universität, Leipzig

LEOPOLD WOLF und M. BEER

Eingegangen am 3. Februar 1958

[1]) WOLF, L., u. K. WETZEL: Chem. Ber. **90**, 1007 (1957). — WOLF, L., u. M. BEER: Naturwiss. **44**, 442 (1957). — [2]) REICHSTEIN, T., A. GRÜSSNER, K. SCHINDLER u. E. HARDMEIER: Helv. chim. Acta **16**, 278 (1933). — [3]) SMITH, H. A., J. B. CONLEY u. W. H. KING: J. Amer. Chem. Soc. **73**, 4633 (1951).

Über phenolspaltende Hefen

In der heutigen Abwasserreinigung spielt der Abbau organischer Substanzen auf biologischem Wege eine wesentliche Rolle. Hauptbeteiligte sind hierbei Bakterien. Bei Untersuchungen über Phenolabbau durch Mikroorganismen zeigte es sich jedoch, daß auch Hefen über durchaus beachtliche Fähigkeiten verfügen, das Phenol als einzige C-Quelle auszunützen. In der Literatur ist davon nichts bekannt. Die zitierten Arbeiten befassen sich in fast allen Fällen mit bloßen Resistenzuntersuchungen der Hefen gegenüber Phenol, wobei stets eine Wachstumsverminderung angegeben wird[1–6]). In einer weiteren Arbeit untersuchten WILD und HINSHELWOOD das Verhalten der Bäckerhefe bei Zusatz von Phenol und Thymol neben anderen gleichzeitig enthaltenen C-Quellen[7]). Lediglich WOLMER[8]) gibt einen Abbau von Phenol und m-Kresol durch unechte Hefen an.

In oben erwähnten eigenen Untersuchungen wurden 4 Hefen auf ihre Abbaufähigkeit gegenüber Phenol untersucht. Als Material dienten dabei zwei aus verschiedenen Schwelwasseraufbereitungsanlagen isolierte Wildhefen — Rhodotorula glutinis*) und eine noch unbestimmte weiße Hefe A**)

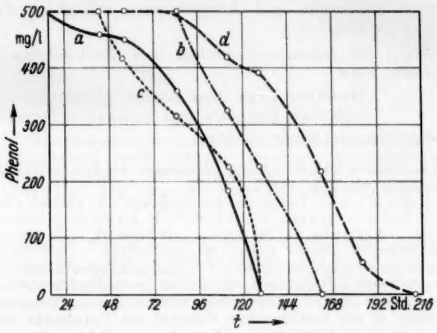


Fig. 1. Phenolabbau durch Hefen. *a* Saccharomyces cerevisiae; *b* Rhodotorula glutinis; *c* Hefe A; *d* Candida tropicalis

und 2 Kulturhefen — Saccharomyces cerevisiae und Candida tropicalis). Die Hefen wurden in einem Verhältnis von 1:10 in eine synthetische Nährsalzlösung nach READER[9]) eingeimpft. Das Alter der Zellen betrug dabei 96 Std. Als einzige C-Quelle diente Phenol in einer Konzentration von 500 mg/Liter. Der anfängliche p_H-Wert der Lösung lag bei 4,6.

Bei allen 4 Hefen konnten gute Abbauleistungen verzeichnet werden (Fig. 1). Der Abbaubeginn verlief in allen 4 Fällen unterschiedlich. Bei Saccharomyces cerevisiae setzte der Abbau sofort ein. Hefe A begann nach etwa 24 Std, und bei Rhodotorula glutinis und Candida tropicalis trat anfangs eine Wachstumsverzögerung ein, so daß der eigentliche Abbau um etwa 3 Tage verschoben wurde. Wie Fig. 1 zeigt, beträgt die tatsächliche Abbauzeit bei Saccharomyces cerevisiae 4 bis 5 Tage, Hefe A 3 bis 4 Tage, Rhodotorula glutinis etwa 3 Tage, Candida tropicalis etwa 5 Tage.

In einer weiteren Versuchsreihe wurde zu den 500 mg/Liter Phenol eine 1%ige Zuckerlösung zugefügt. Der Phenolabbau wird hierbei durchschnittlich um zwei Tage verzögert. Der Phenolschwund wurde in allen Fällen am Pulfrich-Kolorimeter nach der HSN-Methode mit p-Nitranilin überprüft[10]).

Inwieweit sich die phenolspaltende Fähigkeit der Hefen auch auf andere Mono- und Polyphenole erstreckt, wird zur Zeit noch untersucht.

Zoologisches Institut (Abteilung: Trink-, Brauch- und Abwasserbiologie), Leipzig C 1, Talstraße, und Institut für organische Grundstoffchemie (Direktor: Prof. Dr. Ing. E. LEIBNITZ), *Leipzig O 5, Permoserstraße 15*

RENATE ZIMMERMANN

Eingegangen am 17. Januar 1958

*) Für die Bestimmung der Hefen Rhodotorula glutinis und Candida tropicalis möchte ich Herrn Professor Dr. S. WINDISCH, Berlin, Institut für Gärungsgewerbe, vielmals danken.

**) Die Bestimmung der Hefe A wird zur Zeit noch durchgeführt.

[1]) SHIBASAKI, I., u. G. TERNI: J. Fermentation Technol. (Japan) **33**, 216 (1955). — [2]) IMSTRENETSKII, A. A., u. K. Z. PEROVA: Microbiologiya **24**, 147 (1955). — [3]) YOKATSUKA, T.: J. Agric. Chem. Soc. Japan **28**, 114 (1954). — [4]) BRIGHENTI, L.: Ric. sci. **25**, 3333 (1955). [5]) CARPENTER, A. M.: Antibiotics a. Chemother. **5**, 255 (1955). — Amer. J. Clin. Path. **25**, 98 (1955). — [6]) BARNABEI, O., u. L. BRIGHENTI: Ric. sci. **24**, 1841 (1954). — [7]) WILD, D. G., u. C. N. HINSHELWOOD: Proc. Roy. Soc. [London], Ser. B **142**, 427 (1954). — [8]) WOLMER, C.: Z. Hyg. Infekt.-Krankh. **129**, 643 (1949). — [9]) READER, V.: Biochem. J. **21**, 904 (1927). — [10]) HINDEN-SPLITTGERBER-NOLTE: Chemiker-Ztg. **57**, 654 (1933).

Über die Blutzuckersenkung durch N-[4-Amino-benzolsulfonyl]-N′-n-butyl-harnstoff und N-[4-Methyl-benzolsulfonyl]-N′-n-butyl-harnstoff nach Leberausschaltung

Die Wirkungsweise blutzuckersenkender Sulfonylharnstoff-Verbindungen ist bisher nicht eindeutig geklärt. Verschiedene Untersucher vermuten, daß diese Verbindungen unmittelbar in die fermentativen Stoffwechselprozesse der Leber eingreifen und dadurch den Blutzucker wesentlich mitbeeinflussen[1–5]).

Diese Frage ist am leberlosen Organismus zu klären. Wir operierten deshalb stoffwechselgesunde Kaninchen nach der Methode von HIMSWORTH[6]). Nachdem wir zur Einstellung eines Stoffwechselgleichgewichts 14 Std lang 0,25 g Glukose/kg Tier/Std in die Jugularvene infundiert hatten, schalteten wir die Leber aus. Die gleiche Menge Glukose/kg Tier/Std infundierten wir auch nach der Leberausschaltung bis zu 8 Std allein weiter oder mit 0,1 g N-[4-Amino-benzolsulfonyl]-N′-n-butyl-harnstoff (= Oranil, VEB Chemische Fabrik Radebeul) bzw. N-[4-Methyl-benzolsulfonyl]-N′-n-butyl-harnstoff (= Orabet, VEB Chemische Fabrik Radebeul). Den Blutzucker bestimmten wir im Ohrvenenblut, 1 Std vor der Leberausschaltung beginnend, in Abständen von 20 min.

Im Verlauf der alleinigen Glukoseinfusion stieg der Blutzucker unserer Versuchstiere nach der Leberausschaltung mäßig an. Bei gleichzeitiger Zufuhr von Oranil oder Orabet fiel er dagegen in 3 Std auf die Hälfte der Ausgangswerte ab, und nach weiteren 2 bis 5 Std traten regelmäßig hypoglykämische Krämpfe auf, an deren Folgen die Tiere eingingen.

Da die beiden Sulfonylharnstoff-Verbindungen Oranil und Orabet auch dann noch blutzuckersenkend wirken, wenn als einziges Organ die Leber aus dem Stoffwechsel ausgeschaltet ist, so ist ihr unmittelbarer Einfluß auf den Leberstoffwechsel als Ursache der Blutzuckerwirkung auszuschließen.

Physiologisch-chemisches Institut der Karl-Marx-Universität, Leipzig (Direktor: Prof. Dr. Dr. E. STRACK)

H. RICHTER

Eingegangen am 5. Februar 1958

[1]) ANDERSON, G. E., A. CH. PERFETTO, CH. M. TERMINE u. R. R. MONACO: Proc. Soc. exp. Biol. a. Med. **92**, 340 (1956). — [2]) MIRSKY, I. A., G. PERISUTTI u. D. DIENGOTT: Metabolism **2**, 156 (1956). — [3]) MOHNIKE, G., u. W. KNITSCH: Dtsch. med. Wschr. **81**, 891 (1956). [4]) TYBERGHEIN, J. M., Y. D. HALSEY u. R. H. WILLIAMS: Proc. Soc. exp. Biol. a. Med. **92**, 322 (1956). — [5]) BORNSTEIN, J.: Nature [London] **179**, 534 (1957). — [6]) HIMSWORTH, H. P.: J. Physiology **91**, 413 (1938).

Zirrhogene Einwirkung von gallensauren Verbindungen

Früher[1]) wurde nachgewiesen, daß ein Trockengallepräparat (Desibyl der Firma Parke, Davis & Co., Hounslow, England), an Kaninchen verfüttert, unter gewissen Umständen Leberzirrhose hervorruft. Bei Weiterführung der Untersuchungen hat es sich nunmehr herausgestellt, daß die zirrhogene Wirkung der Trockengalle wenigstens zum Teil gewissen gallensauren Verbindungen zuzuschreiben ist. Weiter wurde gefunden, daß die Verbindungen verschiedener Gallensäuren in dieser Hinsicht ungleich wirksam sind, so daß einige von ihnen, die beim früheren Stand der Untersuchungen für inaktiv gehalten wurden, bei höheren Konzentrationen oder nach längerer Applikation eine zirrhogene Aktivität erkennen lassen. Je nach Verbindung, Dosis, Resistenz des Versuchstieres und den Versuchsbedingungen zeigen sich neben Fibrose entweder Nekrosen von wechselnder Größe und Lokalisation oder lediglich langsamer fortschreitende Leberzellendegeneration.

Betrachtet man die Bedeutung dieser Befunde im Lichte der mit der Pathogenese und der progredierenden Natur der Leberzirrhose verknüpften Probleme, so wird man unwillkürlich auf den Kreislauf der gallensauren Verbindungen im Organismus, ihren Umbau durch Einwirkung der Darmbakterien[2]) sowie den bei Zirrhosepatienten gefundenen hohen Gehalt des Blutes an nichtkonjugierten Dioxycholansäuren[3]) geleitet.

Ein eingehender Bericht über die Ergebnisse und die benutzte Methodik wird später veröffentlicht.

Mit Unterstützung durch die Stiftung Sigrid Jusélius' Stiftelse, die Ärztegesellschaft Finska Läkaresällskapet, Helsinki, Finnland, sowie die Rockefeller Foundation.

Institut für Pathologische Anatomie (Direktor: Prof. Dr. KAI SETÄLÄ) *der Universität, Helsinki, Finnland*

PAUL HOLSTI

Eingegangen am 31. Januar 1958

[1]) HOLSTI, P.: Acta pathol. microbiol. scand., Suppl. 113 (1956).— [2]) BERGSTRÖM, S., u. B. BORGSTRÖM: Ann. Rev. Biochem. 25, 194 (1956). — [3]) RUDMAN, D., u. F. E. KENDALL: J. Clin. Invest. 36, 530 (1957).

Zum Problem der Herstellung „nekrosefreier" Magermilchpulver

In unserer letzten Mitteilung[1]) glauben wir bewiesen zu haben, daß die von uns entdeckte Veränderung, die Magermilch beim technischen Trocknen in ernährungsphysiologischer Hinsicht erleidet, nicht durch Bildung einer Noxe, sondern durch Entstehung einer Mangelhaftigkeit zu erklären ist. Auf Grund dieser neuen Erkenntnis schlagen wir vor, bei diesem gegenüber der Frischmilch andersartigen Verhalten des Magermilchpulvers von einer bedingten Nekrogenität zu sprechen.

In unserer vorletzten Mitteilung[2]) berichteten wir, daß wir zum ersten Male in einem Milchtrocknungswerk, dessen Walzenmagermilchpulver von uns zunächst sehr stark nekrogen befunden worden waren, durch Änderung der Bedingungen nekrosefreies Walzenpulver herstellen und in diesem Betrieb die Ursache für das Zustandekommen des Milchtrocknungsschadens finden konnten. Nun waren allerdings in diesem Falle die ursprünglichen Verarbeitungsbedingungen als wenig schonend zu bezeichnen (Vorpasteurisierung 85 bis 88° C eine Stunde!), jedoch, wie uns Trocknungsfachleute versicherten, durchaus nicht extrem. Es soll gelegentlich noch robuster getrocknet werden. (Pasteurisiertemperatur von 120° C!).

Wir haben nun die Behandlung der Milch in einem zweiten Milchtrocknungswerk, mit dem uns seit 8 Jahren eine vertrauensvolle und aufrichtige Zusammenarbeit verbindet, studiert. Seit 1949 sind allein aus diesem sonst sehr modern eingerichteten Großstadt-Milchhof 36 am Feinschicht-Einwalzentrockner hergestellte Chargen von Sommer- wie Winter-Trockenmilch in etwa gleichmäßigen Zeitabständen untersucht und ohne Ausnahme in unserem Rattentest stark nekrogen befunden worden. Trotz dieser immer wieder bestätigten hohen Lebernekrogenität fanden wir die Arbeitsbedingungen zu unserem Erstaunen viel schonender, als sie bei unseren Versuchen im Betrieb I gewählt worden waren. Die Vorpasteurisierungstemperatur der meist im eigenen Großbetrieb anfallenden Magermilch betrug nur 80° C statt 85 bis 88° C im Betrieb I. Sie wurde auch nur 40 sec im Gegensatz zum Betrieb I (60 min) eingehalten, also nur etwa $^1/_{100}$ der Zeit. Bei der Walzentrocknung wurde mit 2,6 atü entsprechend 140° C Temperatur gefahren (bei den Versuchen in Betrieb I mit 2,2 atü bzw. 4,0 atü entsprechend 136 bzw. 151° C)*). Trotz der zweifellos milderen und schonenderen Bedingungen waren — wie erwähnt — alle 36 Walzenpulver in den letzten 8 Jahren stets als hochnekrogen befunden worden.

Wenn dieser Befund auch im Grundsatz nicht im Widerspruch zur Deutung der im Betrieb I erhaltenen Befunde steht — auch hier mehrmaliges Erhitzen hintereinander —, so zeigt er doch, daß die Zusammenhänge zwischen Verfahrensmaßnahmen und Nekrogenität komplizierter liegen, als wir ursprünglich angenommen hatten. Dies geht auch daraus hervor, daß — gewissermaßen gegen die bisherige Regel — unlängst ein Sprühpulver österreichischer Herkunft einen ziemlich hohen Nekrogenitätsquotienten[3]) zeigte und daß auch bei dem von G. K. BENSON, K. M. HENRY und S. K. KON im National Institute for Research in Dairying, Reading, untersuchten Sprühpulver englischer Herkunft von 12 Tieren fünf Lebernekrose gezeigt hatten. Es scheinen also noch weitere Bedingungen bei der Herstellung von Trockenmilch mit hereinzuspielen, wie z. B. Voreindickungsgrad, der von 0- bis 5facher Eindickung der genuinen Milch im Vakuumvorverdampfer getrieben wird, ferner die Temperatur, die Dicke und Verweildauer des Films auf der Trockenwalze, das Vorhandensein einer Gegenwalze und anderes mehr.

Alle diese zahlreichen Variationen der Milchtrocknungstechnik in Tierversuchen zu untersuchen (pro Versuch etwa 12 Tiere in Einzelbeobachtung bis zu 120 Tagen ausgedehnt), würde natürlich eine recht erhebliche Mühe bedeuten. Doch haben wir auf Grund unserer mehrjährigen Studien in bisher 5 Trocknungsbetrieben schon ziemlich konkrete Vorstellungen, die im einzelnen allerdings noch in Tierexperimenten bewiesen werden müßten. Wir sind überzeugt, daß man auch am Walzentrockner Milch besser trocknen könnte, als dies heute meistens geschieht, und daß man zu Produkten kommen könnte, die in unserem empfindlichen Lebernekrosetest nicht mehr ansprechen. Dies bestätigt ja unser Erfolg im Milchtrocknungswerk I.

Zum Schluß teilen wir noch mit, daß wir zur Bestätigung des von uns gefundenen Effektes und der sich aus ihm ergebenden Variationen und Schlußfolgerungen seit 1949 60 Magermilchpulver (49 Walzen- und 11 Sprühpulver) aus verschiedenen Trocknereien des In- und Auslandes und zum Vergleich 123 Frischmagermilchproben aus dem Kölner Milchhof mit insgesamt fast 900 Versuchstieren untersucht haben, von denen jedes bis zu 120 Tagen in Einzelbeobachtung stand. Die histologischen Untersuchungen an den Lebern führten für uns durch: Herr Professor Dr. RIEVEL (†), Direktor der Bundesforschungsanstalt für Fleischwirtschaft, Kulmbach, und später der Leberspezialist Professor Dr. med. EGER vom Pathologischen Institut der Universität Göttingen.

Die ausführliche Veröffentlichung[4]) unserer sehr umfangreichen Experimente und Auswertungen erfolgt in Fortsetzungen demnächst.

Institut für Gärungswissenschaft und Enzymchemie der Universität, Köln

HERMANN FINK, ILSE SCHLIE, URSULA RUGE, GÜNTHER BRENNER und ELISABETH HEROLD

Eingegangen am 22. Januar 1958

*) In unserer VII. Mitteilung [Naturwiss. 44, 284 (1957)] steht versehentlich 146 bzw. 155° C.

[1]) FINK, H., u. G. BRENNER: Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. 309, 226 (1957). — [2]) FINK, H., I. SCHLIE, E. HEROLD, G. BRENNER u. W. FINK: Naturwiss. 44, 284 (1957). — [3]) FINK, H., u. E. HEROLD: Hoppe-Seylers Z. physiol. Chem. 307, 210 (1957). — [4]) FINK, H.: Auszugsweise vorgetragen auf dem IV. Internationalen Ernährungskongreß in Paris, auf der Tagung der Deutschen und Schweizerischen Gesellschaft für Physiologische Chemie in Basel, in dem Biologischen Colloquium in der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn, (Leitung Professor Dr. DIRSCHERL).

Elektronenmikroskopische Befunde zur Wirkung der Hyaluronidase auf Kollagenfibrillen

Durch die in den letzten Jahren verbesserten Einbettungs- und Schnittverfahren sowie durch neue Färbemethoden[16]) haben sich die Möglichkeiten zur Aufklärung der Fibrillen-Feinstruktur erheblich vergrößert. Die für eine Untersuchung der „Kollagenkrankheiten" wichtigen Fragen nach Ort und Art des Angriffes der Hyaluronidase auf das Bindegewebe sind damit in den Bereich der elektronenmikroskopischen Forschungsmethoden gerückt.

Abgesehen von den zellulären Elementen besteht das kollagene Bindegewebe aus den Kollagenfibrillen und der als „Kittsubstanz" bezeichneten amorphen Matrix. Die Hyaluronidase (verwendet wurde das Präparat „Kinetin", für das wir der Fa. Schering danken) greift den Mucopolysaccharidkomplex des Bindegewebes an.

Die Sehne stellt einen Bindegewebstyp mit sehr wenig Kittsubstanz dar. LELLI u. MAROTTA[9]) fanden nur einen geringen Einfluß der Hyaluronidase auf die Kittsubstanz oder einen Teil davon. JACKSON[2]),[3]) teilte mit, daß eine dem Ferment ausgesetzte Sehne quillt und sich auffasert. Diese Zunahme der Quellungsbereitschaft ist mit einer Vergrößerung der Essigsäurelöslichkeit sowie einer Herabsetzung der Temperatur, bei der sich die Sehne zu verkürzen beginnt, verbunden. Der Kittsubstanz wird auch die Art des Ausfalls der Versilberung nach GÖMÖRI zugeschrieben[1]),[11]),[12]),[13]). Sicher ist, daß die Mucopolysaccharide eine große Bedeutung für die Funktionstüchtigkeit der Sehne haben[4]). Wahrscheinlich sind sie auch *in* die Fibrille eingelagert[14]).

Methodik. Rattenschwanzsehnen wurden unter dem Präpariermikroskop möglichst fein aufgefasert und mit Hyaluronidase (75 Einheiten im ml physiologischer NaCl-Lösung) behandelt. Ein Teil der Präparate wurde bei Zimmertemperatur 4 Tage in der Lösung belassen, ein anderer Teil, wie früher beschrieben[8]), bei 40° C 30 min lang „gezerrt". Die Fixierung erfolgte mit isotonischer Chrom-Osmiumsäurelösung (p_H 7,2), die zusätzliche Kontrastierung während der Entwässerung im 70% Äthanol[16]).

Anschließend wurden die Präparate in Methacrylat eingebracht und nach der Polymerisation geschnitten. Aufnahmen: Siemens-Übermikroskop Typ 100d, bei 80 kV.

Ergebnisse. Die Versuche zeigten, daß sich unter dem Einfluß der Hyaluronidase zunächst von der Oberfläche der Fibrille dünne, häutige oder membranförmige Teile abzulösen beginnen. Die Fibrille verliert sehr schnell ihre charakteristische Querstreifung (Fig. 1). Nach der intensiver wirkenden Behandlung durch die ruckartigen mechanischen Belastungen beim „Zerren" fehlen schon nach einer halben Stunde die membranösen Häutchen und die Querstreifung. Dafür tritt eine weniger deutliche Schrägstreifung auf (Fig. 2). Es ist

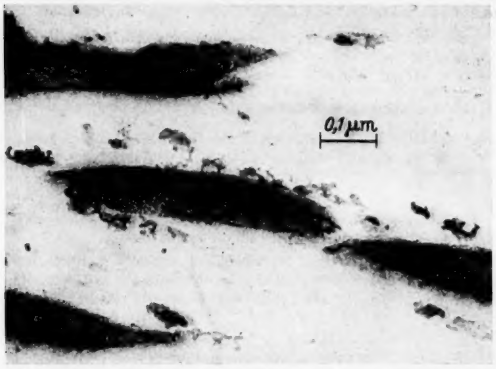


Fig. 1. Häutchenförmiges, sich von den Kollagenfibrillen ablösendes Strukturelement nach 4tägiger Hyaluronidasebehandlung bei Zimmertemperatur. Elektronenoptisch: 6800:1, Endvergrößerung: 44600:1. Die Länge des Maßstabes entspricht nicht 0,1 µm, sondern 0,2 µm

anzunehmen, daß es sich hierbei um das morphologische Substrat handelt, das bei der Quellung die oft beobachteten Bilder von schraubenförmig gedrehten Kollagenfibrillen hervorruft.

Bemerkenswert ist die starke Anfärbbarkeit der abgelösten Fibrillenteile.

Wahrscheinlich gehören die Befunde von KÜHN, HOFMANN und GRASSMANN[6]), die nach $NaJO_4$-Behandlung Ablösung von oberflächlichen Fibrillenteilchen fanden und fest-

Fig. 2. Kollagenfibrille nach 30 min Zerrung bei 40° C. Fehlende Makroperiode, angedeutete Schrägstreifung. Elektronenoptisch: 13800:1, Endvergrößerung: 97300:1

stellten, daß sich in der Lösung bei der Versilberung Ag-Keime bildeten, während gleichzeitig die Versilberung der Fibrillen immer schwieriger wurde, in den gleichen Zusammenhang.

1. Die Wirkung der auch als „Invasin" bezeichneten Hyaluronidase auf kompaktes Sehnengewebe erklärt sich durch die starke, von der Oberfläche ausgehende Destruktion der Kollagenfibrillen.

2. Sie erlauben zusammen mit noch an anderer Stelle zu berichtenden Befunden den Schluß, daß die Fibrillen eine äußere Umhüllung besitzt.

3. Diese Befunde bestätigen erneut unsere Aussage, daß die Querstreifung die Fibrille nicht scheibenförmig durchsetzt, sondern ein peripher gelegenes Strukturelement darstellt[8]), [9]), vergleiche hierzu auch[5]), [10]).

Für die elektronenmikroskopischen Aufnahmen danke ich Herrn Doz. Dr. WOHLFAHRT-BOTTERMANN (Zentrallaboratorium für angewandte Übermikroskopie der Universität, Bonn).

Die Arbeit wurde mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

Physiologisches Institut der Universität, Bonn

E. KUHNKE

Eingegangen am 22. Januar 1958

[1]) BAIRATI, A.: Boll. Soc. ital. Biol. sper. **29/5**, 1096 (1953). — [2]) JACKSON, D. S.: Biochemic. J. 52, 29 (1952). — [3]) JACKSON, D. S.: RANDALL, Nature and structure of collagen, S. 177. London 1953. — [4]) JACKSON, D. S.: Biochemic. J. **56**, 699 (1954). — [5]) GRASSMANN, W.: Beiträge zur Silikoseforschung, Sonderbd.: Grundlagen der Silikoseforschung, S. 137. 1956. — [6]) KÜHN, K., U. HOFMANN u. W. GRASSMANN: Z. Naturforsch. **11b**, 581 (1956). — [7]) KUHNKE, E.: Naturwiss. **44**, 509 (1957). — [8]) KUHNKE, E., u. K. E. WOHLFARTH-BOTTERMANN: Proc. Stockholm Conference on Electron Microscopy 1956, S. 223. — [9]) LELLI, G., u. U. MAROTTA: Z. Mikrosk. **60**, 359 (1951/52). — [10]) PÖTZ, L., u. TH. NEMETSCHEK: Naturwiss. **43**, 405 (1956). — [11]) SCHWARZ, W.: Z. Zellforsch. **38**, 26 (1952). — [12]) SCHWARZ, W.: Virchows Arch. **324**, 612 (1954). — [13]) SCHWARZ, W.: Hamburger Symposion „Kapillaren und Interstitium" Stuttgart: Georg Thieme 1955. — [14]) WASSERMANN, F.: Anat. Res. **115**, 443 (1953). — [15]) WASSERMANN, F.: Verh. anat. Ges. Erg.-H. **101**, 97 (1954). — [16]) WOHLFAHRT-BOTTERMANN, K. E.: Naturwiss. **44**, 287 (1957).

Zur Fixierung und Einbettung von Mikroorganismen für die Herstellung ultradünner Schnitte

Wenn auch heute die Herstellung ultradünner Schnitte für die elektronenmikroskopische Untersuchung zur Routinemethode geworden ist, so hängt doch der Erfolg in sehr starkem Maße von der angewandten Fixierungs- und Einbettungsmethode ab. Eine für alle Organismen allgemeingültige Standardfixierungsmethode kann es aus verschiedenen Gründen nicht geben, sondern für jedes Untersuchungsobjekt muß die günstigste Fixierungsmethode erst bestimmt werden, wobei auch die verschiedenen Entwicklungsphasen und physiologischen Zustände der Organismen mit in Betracht gezogen werden müssen. Im Laufe unserer Untersuchungen an Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Algen)[1]) hat sich eine kombinierte OsO_4-Formol-Fixierung als besonders geeignet erwiesen (mit Ausnahme der Hefen), wie sie im nachfolgenden beschrieben werden soll.

Die Objekte werden zunächst mit einer gepufferten 1%igen OsO_4-Lösung fixiert[2]) unter Anpassung des p_H-Wertes und des osmotischen Wertes (Saccharose) an das Objekt. Die Dauer dieser „Hauptfixierung" ist dabei in starkem Maße von der Eigengröße der Objekte abhängig und beträgt für Bakterien 15 min, für Pilze und Algen 2 bis 4 Std. Außerdem kann für bestimmte Objekte (z.B. Bakterien) eine Vorfixierung[3]) vorausgehen. Bei Agar-Plattenkulturen, bei denen die Objekte sowohl auf als auch in der Agarschicht wachsen und die sich mit Hilfe der Fixationsflüssigkeit nicht abschwemmen lassen, werden die Organismen mitsamt des Agars fixiert und eingebettet. Die Schnittgüte des Präparates wird dadurch keinesfalls beeinträchtigt, zumal der Agar selbst praktisch elektronenoptisch strukturlos ist. Die der Hauptfixierung folgende „Nachfixierung" wird mit Formol durchgeführt, das neutralisiert und in einer Verdünnung von 1:10 zur Anwendung kommt, nachdem die überschüssige OsO_4-Lösung entfernt wurde. Die Dauer der Nachfixierung beträgt 4 bis 6 Std. Eine Nachfixierung mit Formol hat sich als günstiger erwiesen als die von uns schon angewandte Nachfixierung mit $K_2Cr_2O_7$[4]). Sämtliche Fixierungen erfolgen im Kühlschrank bei 4° C. Die weitere Präparation wird wie allgemein üblich durchgeführt.

Die aufgezeigte Fixationsmethode hat sich allen anderen als überlegen erwiesen, da sämtliche Bestandteile der Zellen gleichermaßen gut konserviert werden. SITTE[5]), der die umgekehrte Folge der Fixationsagentien verwendet, kommt an anderen Objekten zu denselben Ergebnissen.

Bei der Polymerisation der Metacrylsäureester mit einem Initiator in der Wärme hat sich in vielen Fällen gezeigt, daß oft Gasblasen an den Objekten entstehen, die die Präparate unbrauchbar machen. Zum anderen ist die Tatsache, daß die Objekte aufgetrieben werden und platzen, wiederholt Gegenstand von Diskussionen geworden[6]). Heute versucht man diesem Übelstand dadurch zu begegnen, daß man verschiedene Modifikationen der Einbettungen anwendet[6]) oder neue Einbettungsmittel gebraucht.

Für unsere Einbettungen hat sich eine Polymerisation der Metacrylsäureester im U.V.-Licht[7]) bewährt (U.V.-Brenner, Typ U 300-Berliner Glühlampenwerk). Als Beschleuniger verwenden wir 0,5% Benzoin. Die Metacrylatblöcke werden innerhalb von 6 Std hart. Ein Blähen und Platzen der Objekte konnte in keinem Fall beobachtet werden; außerdem ist die Polymerisation stets gleichmäßig.

Besonders für Bakterien konnte festgestellt werden, daß sie sich in den Gelatinekapseln bevorzugt an der Peripherie des abgerundeten Bodens anlagern. Im Innern des unteren Teils des Blockes traten während unserer anfänglichen Versuche größere Gasblasen auf. Diese Bildung von Gasblasen konnte durch folgende Technik verhindert werden dadurch, daß 1. die Einbettung der Mikroorganismen in Gelatinekapseln

erfolgt, in denen schon ein polymerisierter Metacrylatpfropf vorhanden ist[7]) oder die im unteren Teil flach sind (die Objekte kommen so auf einer mehr oder weniger geraden Fläche zu liegen), und 2. durch die Anordnung der Gelatinekapseln auf einer Drehbühne[4]), die in 1 min eine Umdrehung ausführt. Der Vorteil dieser Versuchsanordnung besteht ferner darin, daß die Gelatinekapseln von allen Seiten gleichmäßig durchstrahlt werden.

Jena, Institut für Mikrobiologie und experimentelle Therapie der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. med. H. Knöll)

W. Niklowitz

Eingegangen am 8. Februar 1958

[1]) Niklowitz, W.: Proc. Stockholm Conf. Electron Microscopy 1956, p. 115. — Exp. Cell Res. 13, 591 (1957). — Girbardt, M.: Arch. Mikrobiol. 28, 255 (1957). — [2]) Palade, G. E.: J. Exp. Medicine 95, 285 (1952). — [3]) Kellenberger, E., u. A. Ryter: Schweiz. Z. Path. u. Bakter. 18, 1122 (1955). — [4]) Niklowitz, W., u. G. Drews: Arch. Mikrobiol. 24, 134 (1956). — [5]) Sitte, H.: 7. Tagg. für Elektronenmikroskopie, Darmstadt 1957. — [6]) Bachmeyer, H., u. W. Schreil: Naturwiss. 44, 555 (1957). — [7]) Massey, B. W.: Stain Technol. 28, 19 (1953).

Die Wirkung der Sauerstofftension auf den Verlauf der Redoxpotential-Kurve bei Mikroorganismen

Es sind zahlreiche Faktoren bekannt, welche den Verlauf der Redoxpotentialkurve verschiedener Mikroorganismuskulturen beeinflussen[1]),[2]). Von diesen möchten wir die Bedeutung der Phageninfektion hervorheben, die nach unseren Untersuchungen an Streptomyces griseus-Oberflächenkulturen die Sauerstofftension des Nährbodens verändert. Charakteristisch für den Verlauf der Redoxpotentialkurve in phagen-

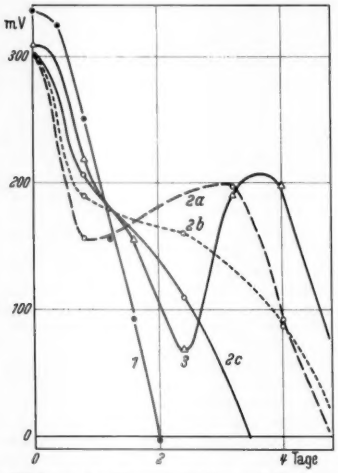


Fig. 1. Die Wirkung der Phageninfektion auf die Sauerstofftension der Kultur. *1* nicht-phageninfiziert. *2 a, b* und *c*: In verschiedenem Grade phageninfizierte Kulturen. *3* Veränderung der Sauerstofftension der Oberflächenkulturen mit zerstörter Mycelienschicht

infizierten Kulturen ist, daß das Potential eine gewisse Zeit lang stagniert und in vielen Fällen sogar, wie aus Fig. 1 ersichtlich, in positiver Richtung erhöht ist. Diese Erscheinung ist bei Oberflächenkulturen zu beobachten. Die Untersuchung der Veränderungen der Sauerstofftension führte zu den in Fig. 1 dargestellten Ergebnissen. Bei den Oberflächenkulturen wird durch die den Sauerstoffvorrat der Kultur verbrauchende Mycelienschicht der Zutritt neuen Sauerstoffes verhindert. Eine Änderung erfährt dieser Zustand durch die Phageninfektion, welche infolge der Durchlöcherung der Mycelienschicht eine unmittelbare Verbindung zwischen Luft und Nährboden herstellt. Durch die entstandenen Öffnungen vermag dann an Stelle des verbrauchten Sauerstoffs neuer Sauerstoff in den Nährboden zu diffundieren, und somit kommt dadurch ein langsamerer Abfall der Redoxkurve zustande. Im Falle starker Phageninfektionen kommt es zum Anstieg des Redoxpotentials, und die Weiterentwicklung der Mycelienschicht ist lange Zeit behindert. Die typische Senkung der Redoxkurve und der Sauerstofftension tritt erneut in Erscheinung, wenn die Kultur die Phageninfektion überwunden hat und an Stelle der Löcher eine neue Mycelienschicht zur Entwicklung gelangt. Ähnliche Potentialveränderungen wie im Falle der Phageninfektion sind auch zu erreichen, wenn z. B. die Mycelienschicht phagenfreier Kulturen teilweise zerstört wird.

In Tiefkulturen vermag die Phageninfektion eine Erhöhung der Sauerstofftension nicht herbeizuführen, da in den Schüttelkulturen ein Sauerstoffmangel im obigen Sinne nicht besteht; hier kommt der Einfluß der Phageninfektion in einer zeitlichen Verschiebung der Redoxkurve zum Ausdruck.

Organisch-Chemisches Institut der Naturwissenschaftlichen Universität und Biochemisches Institut der Medizinischen Universität, Szeged, Ungarn

B. Matkovics und E. Kovács

Eingegangen am 4. Februar 1958

[1]) Kràmli, A., E. Kovács u. B. Matkovics: Acta biol. hung. 5, 214 (1954). — [2]) Hewitt, L. F.: Oxidation-reduction potentials in bacteriology and biochemistry. Edinburgh: Livingstone 1950.

Strahlenempfindlichkeit einzelner Organe und ihre Beeinflussung durch biologische Strahlenschutzstoffe

Als Kriterium der Wirksamkeit eines Strahlenschutzmittels eignet sich vor allem die Überlebensrate von Versuchstieren nach 30 Tagen[1]). Aus der Dosiseffektkurve der behandelten Tiere ergibt sich im Vergleich mit den Kontrollen der Dosisreduktionsfaktor des geprüften Mittels; zusätzlich lassen sich Hinweise über den Wirkungsmechanismus gewinnen, wenn man den Verlauf der Kurven betrachtet. Um jedoch Aussagen über den Angriffsort der Strahlenschutzsubstanzen auf einzelne Organe zu gewinnen, ist es notwendig, ihre Schädigung sowie auch den durch Verabreichung des Strahlenschutzmittels erzielten „Organschutz" gesondert zu erfassen. Hierfür kommen einmal histologische Untersuchungen in Frage sowie auch die — quantitativ meßbaren — strahlenbedingten Störungen an Fermentsystemen.

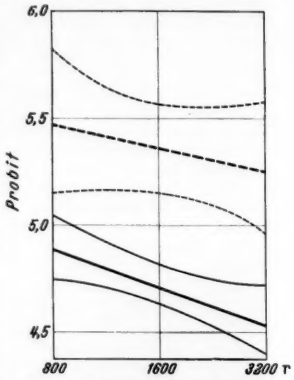


Fig. 1. DNS-Synthese in der Mäuseleber nach Ganzkörperbestrahlung (P^{32}-Incorporierung in den ersten 6 Std nach Bestrahlung). —— Unbehandelte Kontrolltiere; ---- mit 3 mg Cysteamin 5 min vor der Bestrahlung behandelte Tiere. Dosiseffektkurven mit Angabe der statistischen Fehlergrenze σ_M

Aus der Literatur sind vor allem histologische Untersuchungen dieser Art bekannt[2]). Sie ergaben, daß in den ersten 2 Tagen nach Bestrahlung die histologisch erfaßbaren Schäden bei den „geschützten" Tieren ebenso stark sind wie bei den unbehandelten, nur bestrahlten Kontrollen. Erst ab dem 3. Tag etwa zeigen sich deutliche Differenzen der Organschädigung zwischen beiden Gruppen: Die Regenerationsvorgänge verlaufen bei den geschützten Tieren offenbar stärker als bei den ungeschützten Tieren. Quantitative Befunde mit Hilfe einer Strahlenaktivierung von Fermenten[3]) zeigten ähnliches. Um neben den strahlenempfindlichen Organen, wie Milz, Thymus oder Dünndarm, auch den Organschutz in der Leber beurteilen zu können, mußte ein genügend empfindliches Fermentsystem wie die DNS-Synthese herangezogen werden. An Mäusen eines eigenen Inzuchtstammes maßen wir die P^{32}-Inkorporierung in die DNS der Leber und der Milz unmittelbar nach Bestrahlung: 10 μC P^{32}-Phosphat/20 g Tier, Isolierung der Milz-DNS nach 2 Std Inkorporierung, der Leber-DNS nach 6 Std, Methoden nach [4]), [5]). Da die Leber viel langsamer DNS aufbaut, mußten wir eine längere Inkorporierungszeit wählen.

Aus insgesamt 12 Versuchsserien (acht für die Leber, vier für die Milz) mit insgesamt etwa 600 Tieren ergibt sich folgendes: In Übereinstimmung mit den zitierten Autoren ist in der Milz unmittelbar nach Bestrahlung nur ein sehr geringer, statistisch nicht gesicherter Schutz der DNS-Synthese zu bemerken: Nach 900 r zeigen unbehandelte Tiere eine Hemmung ihrer DNS-Synthese von 41,6 ± 5,53% der unbestrahlten Kontrolle, cysteaminbehandelte Tiere 50,1 ±

6,07%. Dies steht nicht in Widerspruch mit den Ergebnissen von HENKE, MAASS und SCHUBERT[6]), die 24 Std nach Bestrahlung im Dünndarm einen deutlichen Cysteinschutz der DNS-Synthese fanden. Zu diesem Zeitpunkt beginnen sicherlich schon Regenerationsprozesse im Darm.

In der Leber läßt sich dagegen schon unmittelbar nach der Bestrahlung ein starker Schutz bei der DNS-Synthese feststellen (Fig. 1). Er ist statistisch zu sichern, aus den Dosiseffektkurven ergibt sich ein Dosisreduktionsfaktor von über 4,0. Es wird weiter zu klären sein, ob dieser starke Organschutz in der Leber nicht dafür verantwortlich ist, daß später in den strahlenempfindlichen Organen eine verbesserte Regeneration einsetzt. Damit werden die von LANGENDORFF u. Mitarb. diskutierten Vorstellungen über die Restitutionsprozesse nach einer Bestrahlung wesentlich gestützt[7]).

Biophysikalische Abteilung des Heiligenberg-Instituts, Heiligenberg/Baden (Leitung: Prof. Dr. H. LANGENDORFF)

U. HAGEN

Eingegangen am 1. Februar 1958

[1]) KOCH, R., A. CATSCH u. H. LANGENDORFF: Dtsch. med. Wschr. **1957**, 1069. — [2]) Radiobiology Symposium 1954. London: Butterworths Scient. Publ. 1955. GEREBTZOFF, M. A., u. Z. M. BACQ: S. 290; MAISIN, H., u. C. FIÉVEZ: S. 304. — DEVIK, F., u. F. LOTHE: Acta Radiologica **44**, 243 (1955). — [3]) PETERSEN, D. E., u. K. P. DU BOIS: Amer. J. Physiol. **181**, 513 (1955). — LANGENDORFF, H., U. HAGEN u. H. ERNST (in Vorbereitung). — [4]) HECHT, L. I., u. R. VAN POTTER: Cancer Research **16**, 988 (1956). — [5]) WEBB, J. M., u. H. B. LEVY: J. Biol. Chem. **213**, 107 (1955). — [6]) HENKE, H., H. MAASS u. G. SCHUBERT: Vortrag 39. Tagg. Dtsch. Röntgenges. 1957. — [7]) LANGENDORFF, H., A. CATSCH u. R. KOCH: Strahlentherapie **102**, 51 (1957).

Über Immunverhältnisse pflanzlicher Tumoren

In früheren Mitteilungen[1]), in denen wir über das Vorhandensein eines antihistamin-wirksamen Stoffes in pflanzlichen Tumoren berichtet haben, stellten wir das Problem: ist diese Substanz nur ein indifferentes Stoffwechselprodukt, oder ist sie an der Entstehung der bösartigen Wucherung mitbeteiligt? Auch im tierischen Organismus ist eine ähnliche Substanz nachweisbar, die sich in Geschwülsten anreichert und unter anderem auch eine Antihistamin-Wirkung aufweist.

Diese Erkenntnisse ließen vermuten, daß es sich in beiden Fällen um einen Abwehrstoff handelt, mit dem der Wirt das Wuchern des Tumors zu schwächen versucht. Diese unsere Meinung scheint auch das Phänomen von ARNAUDI zu unterstützen. Es ist seit langem bekannt, daß die durch Bakt. tumefaciens hervorgerufene Geschwulstbildung in der Nachbarschaft eines vorhandenen Tumors in der Regel nicht möglich ist. Das Phänomen wurde vielfach bestritten; aber die Meinungen sind heutzutage noch nicht einheitlich, ob es sich um eine erworbene Immunität nach Art der tierischen handelt oder nicht. Unsere Untersuchungen scheinen der Lösung des Problems näher zu kommen.

Wir immunisierten eine Gruppe Kaninchen mit Bakt. tumefaciens. Die Tiere erhielten am 1., 2. und 10. Tag 0,1 ml Bakterien-Suspension im synthetischen Nährboden von BRAUN u. Mitarb.[2]) nach 72stündiger Zucht, intraperitoneal und subcutan. Nach 3 Wochen wurde Blut entnommen und der Antikörpertiter bestimmt. Es konnte ein Titer bis 1:625 erreicht werden. Eine zweite Gruppe der Tiere wurde mit einem wäßrigen Tumorenextrakt behandelt, genau wie vorher beschrieben. Im weiteren wurden diese Seren gebraucht.

Es wurden junge Tomaten zum Experiment herangezogen und in 4 Gruppen geteilt. *Gruppe I:* Die Tomatenstauden wurden skarifiziert; danach wurde eine Suspension von Bakt. tumefaciens aufgetragen (0,1 ml im 72stündigen Nährboden). — *Gruppe II:* Die Stauden wurden mit einer Mischung von 0,1 ml Serum hohen Titers und 0,1 ml Bakterien-Suspension behandelt. — *Gruppe III:* Anstatt des Antikörper enthaltenden Serums wurde normales Serum mit der Bakterien-Suspension gemischt und aufgetragen. — *Gruppe IV:* Die Pflanzen dieser Gruppe wurden mit einer Mischung von Serum der mit Tumorenextrakt immunisierten Kaninchen und Bakterium tumefaciens behandelt.

Bei den Gruppen I und III ließ sich eine normale Tumorenbildung feststellen. Bei den Gruppen II und IV dagegen bildeten sich keine Geschwülste. Es war nur eine geringere Gewebsproduktion an den Stellen der Skarifikation zu sehen.

Da wir auch im Tierexperiment durch Verabreichung pflanzlicher Tumorenextrakte eine verminderte Empfindlichkeit gegen Ehrlich-Tumor und Ehrlich-Ascites-Tumor nachweisen konnten, halten wir dieses parallele Verhalten für bemerkenswert.

Wir wollen aus den oben beschriebenen Resultaten keine prinzipiellen Schlußfolgerungen ziehen, wir sehen darin vielmehr einen Beitrag zu der Theorie, die ein Vorhandensein immunologischer Abwehrfähigkeit der Pflanzen nach Art der tierischen behauptet.

Lungenheilanstalt der ungarischen Staatseisenbahnen (MAV), Budapest. XII. 123

L. SZABADI

Eingegangen am 10. Februar 1958

[1]) KOVÁCS, J., A. KOVÁCS, L. SZABADI u. D. VARSÁNYI: Arch. Int. Pharmacodynam. Thérap. **90**, 93 (1952). — [2]) BRAUN, C.: Cancer Res. **2**, 9 (1942).

Untersuchungen über den Kohlenhydrathaushalt bei Tomaten nach Behandlung mit 2,3,5-Trijodbenzoësäure

Über die verstärkte Ausbildung von Blütenanlagen bei Tomaten nach Behandlung mit 2,3,5-Trijodbenzoësäure (TJBS) ist in der Literatur des öfteren diskutiert worden, z.B.: v. DENFFER[1]), ZEEUW[2]). Da nun bei der Tomate die Kohlenhydrate für das Gleichgewicht zwischen vegetativem und generativem Wachstum von Bedeutung sind [s. Diskussion dieser Frage bei VERKERK[3])], erschien es lohnend, den Kohlenhydrathaushalt bei dieser Pflanze nach Behandlung mit TJBS zu untersuchen. Es wurden Tomatenpflanzen Sorte „Frühe Liebe" bei Entwicklung des ersten Primärblattes einmal mit einer TJBS-Lösung von der Konzentration 100 mg/Liter gespritzt. Das Wachstum der behandelten Pflanzen war stark gehemmt, und die Blätter, insbesondere vom 3. Blatt an, waren stark deformiert. In der Regel nach dem 7. Blatt endeten die Pflanzen mit einem kleinen Stielchen, an dem Blütenanlagen ausgebildet wurden; ein zweites Sympodialglied wurde also nicht angelegt. In den Achseln der Blätter entstanden ebenfalls diese Stielchen mit Blütenanlagen (umgewandelte Seitentriebe), zum Teil auch in den Achseln der nach TJBS-Behandlung besonders kräftig entwickelten Keimblätter. In der Zwischenzeit hatten auch die unbehandelten Kontrollen bereits mit der Anlage des ersten Blütenstandes begonnen. Zu diesem Zeitpunkt wurden die quantitativen Bestimmungen der Kohlenhydratfraktionen durchgeführt. Es wurden nach der Methode ALTEN/HILLE (HAGEDORN-JENSEN)[4]) Monosaccharide und Disaccharide bestimmt und in Anlehnung an KASPERLIK[5]), aber ebenfalls nach der Methode HAGEDORN-JENSEN, Gesamtkohlenhydrate und Stärke. Die in Lösung gegangenen reduzierenden Nichtzuckerstoffe wurden nach Vergärung ermittelt und bei der Berechnung der Kohlenhydratfraktionen entsprechend berücksichtigt.

Tabelle 1. *Gehalt in Blättern und Stengel. Angaben in mg/g Frischsubstanz*

	Blätter		Stengel	
	TJBS	unbehandelt	TJBS	unbehandelt
Monosaccharide . . .	2,41	1,18	1,15	—
Disaccharide	0,38	0,81	0,90	0,65
Gesamtzucker	2,81	2,03	2,10	0,68
Gesamtkohlenhydrate	16,46	22,93	14,99	8,31
Stärke	12,28	18,81	11,60	7,63

Als Beispiel seien Ergebnisse von Anfang September 1957 angeführt. Gleichartige Ergebnisse wurden aber auch in den Monaten Juli, Oktober, November und Dezember 1957 erzielt. Kultur im Gewächshaus bei natürlichem Licht, wobei auf eine möglichst gleichmäßige Wasserversorgung geachtet wurde (Tabelle 1).

Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, daß in den Blättern der behandelten Pflanzen mehr Zucker vorhanden ist als in den Blättern der unbehandelten, dagegen aber weniger Gesamtkohlenhydrate und vor allem weniger Stärke. In den Stengeln der behandelten Pflanzen sind mehr oder weniger alle Kohlenhydratfraktionen erhöht. Damit stimmt auch überein, daß in den Blättern der behandelten Pflanzen eine erhöhte

Saccharase- und Amylaseaktivität festgestellt wurde. Es liegt also ein erhöhter Abtransport der Kohlenhydrate nach dem Stengel vor. Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

Institut für Botanik der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität, Berlin (*Direktor: Prof. Dr.* K. VODERBERG)

W. HEINZE

Eingegangen am 12. Februar 1958

[1]) DENFFER, D. v.: Naturwiss. **37**, 320 (1950). — [2]) ZEEUW, D. DE: Proc. Kon. nederl. Akad. Wetensch. [Amsterdam] **59**, 535 (1956). — [3]) VERKERK, K.: Meded. Landbouwhogeschool Wageningen **55**, 175 (1955). — [4]) ALTEN, F., u. E. HILLE: Bodenkunde u. Pflanzenernähr. **9/10**, 696 (1938). — [5]) KASPERLIK, K.: Flora [Jena] **142**, 307 (1955).

Quantitativer biologischer Nachweis von Insektizidrückständen in Pflanzenmaterial mit höheren Gehalten an Lauch- und Senfölen

Die bei uns entwickelte Methode zum serienmäßig quantitativen Nachweis von Insektizidrückständen[1]) auf und in Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft, z.B. Rotkohl, Weißkohl, Wirsing, Spinat, Salat, Möhren, Äpfeln, Birnen, Pflaumen, Kirschen, Pfirsichen, Stachelbeeren, Apfelsinen unter Verwendung von Drosophila melanogaster als Testorganismus ist nicht anwendbar auf Untersuchungsobjekte mit höheren Gehalten an Lauch- und Senföl-Verbindungen. Diese schwefelhaltigen ätherischen Öle gehen in erheblicher Menge in die unpolare Extraktionslösung (stripping solution) hinein und passieren auch die nachfolgenden Reinigungsprozesse teilweise. Bei der Aufarbeitung von Zwiebeln, Rettichen und Radieschen findet sich z.B. in der Testschale noch eine derartige Menge dieser Verbindungen, daß im Laufe von etwa 5 Std eine 100%ige Mortalität der Drosophilae resultiert.

Da die Inkrustierung der Samen von Zwiebeln, Rettichen und Radies mit „systemisch" wirkenden Insektiziden auf der Basis von Aldrin, Dieldrin, Heptachlor oder Gemischen derselben in steigendem Maße Anwendung findet, schien die Untersuchung der entsprechenden Erzeugnisse auf Insektizidrückstände besonders wünschenswert.

Die Anwendung der oben genannten Routine-Methode wird durch den folgenden zusätzlichen Arbeitsgang ermöglicht: Die Benzinlösung (50 ml), die normalerweise in die Testschale zum Abdunsten gelangt, wird in einer Kristallisierschale abgedampft, der Rückstand mit 10 ml Äthylalkohol in einen 100 ml Erlenmeyer-Kolben überspült, 10 ml konzentriertes Ammoniak und 10 ml n/10 $AgNO_3$-Lösung zugesetzt und auf dem kochenden Wasserbade mit Steigrohr (mit schwarzem Papier verdunkelt) 1 Std erhitzt. Anschließend wird die Lösung durch einen Faltenfilter in einen kleinen Scheidetrichter filtriert und das Filtrat zweimal mit 25 ml Petroleumbenzin (Siedebereich 50 bis 75° C) ausgeschüttelt. Die vereinigten Extrakte werden zum Abdunsten in die Testschale ausgegossen.

So gewonnene Testlösungen von unbehandelten Zwiebeln, Rettichen und Radies haben im Laufe der üblichen Testzeit von 6 Std 18 min (auch im Laufe von 25 Std) keinerlei Wirkung auf Drosophila.

Bundesanstalt für Qualitätsforschung pflanzlicher Erzeugnisse, Geisenheim i. Rheingau (*Direktor: Prof. Dr. habil.* W. SCHUPHAN)

W. WEINMANN

Eingegangen am 12. Februar 1958

[1]) WEINMANN, W.: Z. Lebensmittelunters. (im Druck).

Beziehungen zwischen morphologischen Variationen und biochemischen Veränderungen bei Brassica oleracea L

Polymorphie liegt bei Brassica oleracea L vor. Die morphologische Vielgestaltigkeit betrifft Sproßachse, Blattmittelrippe, Blattspreitenfläche, Achselknospe und Blütenstand, und zwar einzeln oder kombiniert. Übergang vom monozyklischen Verhalten (Annuelle) zum dizyklischen (Bienne) wird dabei zum Teil mitbedingt. Die Gestaltwandlung vom morphologischen „Normaltyp", den der Wildkohl (Brassica ol. var. silvestris) und die ihm nahestehenden Grün- und Futterkohle (Br. ol. var. acephala-Subvarietäten) verkörpern, zur terminalen Großknospe, z.B. Weißkohl (Br. ol. var. capitata L f. alba) betrifft in erster Linie die *Sproßachse*, die unter anderem durch starke Stauchung eine Internodienverkürzung erfährt. Diese beeinflußt aber auch die Morphologie von Blattmittelrippe und Blattspreitenfläche wesentlich. Sukkulenz der Mittelrippe sowie schalenförmige Krümmung und Entfaltungshemmung der Blattspreitenflächen, die sich zur Großknospe des Weißkohlkopfes zusammenschließen, sind die Folge.

Diesen morphologischen Variationen entsprechen biochemische Veränderungen, die um so stärker hervortreten, je mehr die morphologischen Wandlungen auf grundlegende physiologische Prozesse in der Pflanze Einfluß nehmen. Der durch Bildung der Großknospe für die Blätter bedingte Ausschluß von den natürlichen Umweltbedingungen (Licht, Luft, Außentemperatur und Luftfeuchtigkeit), wobei der Lichtmangel das entscheidendste sein dürfte, führt zu erheblichen Veränderungen im Prozentgehalt an biochemisch wichtigen Substanzen. So finden wir im entfaltungsgehemmten Blatt des Weißkohls (Blattspreitenfläche ohne Mittelrippe!) im Vergleich zum analogen Organ des Grünkohls einen starken Rückgang von Chlorophyll, Carotin, Ascorbinsäure und von den Mineralstoffen Calcium, Eisen, Chlor, Schwefel, in geringerem Maße auch von Phosphorsäure und Magnesium. Sind diese Veränderungen schon von ernährungsphysiologischer Bedeutung, so gilt dies noch weit mehr vom Absinken des relativen Eiweißgehaltes (Eiweiß-N in % Ges. N) und der essentiellen Aminosäuren (Valin, Leucin, Isoleucin, Threonin, Lysin, Phenylalanin, Tryptophan und Methionin), die die biologische Wertigkeit der Eiweißstoffe bedingen. Die biologische Wertigkeit fällt von 73 beim Grünkohl auf 43 beim Weißkohl, also um 30 Einheiten ab. Der vergleichsweise hohe Zuckergehalt und die Erhöhung an Kalium und Natrium in den Blattspreitenflächen des Weißkohls bieten kein Äquivalent für dieses Defizit gegenüber dem Grünkohl mit normal inserierten, frei entfalteten Blattspreiten.

Grundsätzlich analoge Wertstoffveränderungen zeigt der Vergleich von Advents-Kopfkohl mit Adventsschnittkohl (kein Kopfschluß!) und im Prinzip auch die Gegenüberstellung der terminalen Großknospe des Weißkohls und der relativ kleinen Achselknospen des Rosenkohls. — Biochemische Untersuchungen an morphologisch-anatomisch veränderten Sproßachsen beim Vergleich von Grünkohl, Weißkohl, Kohlrabi u.a. zeigten Zunahme der Monosaccharide und der Ascorbinsäure bei abfallenden Trockensubstanz- und Disaccharidwerten in der angegebenen Reihenfolge der Kohlvarietäten. Ein Tiefwert für Threonin fällt bei der Weißkohl-Sproßachse besonders auf. — Ein unter besonderer Berücksichtigung jahreszeitlicher Variationen durchgeführter Wertstoffvergleich zwischen verdickter Sproßachse (Sproßknolle) und Blättern beim Kohlrabi ergibt, daß Kohlrabiblätter hinsichtlich der ernährungswichtigen Bestandteile Carotin, Ascorbinsäure, Eiweiß-N und der gesamten Garnitur essentieller Aminosäuren weit überlegen sind; auch für Calcium- und Eisengehalt gilt dasselbe. — Die anatomisch und physiologisch der Sproßachse nahestehende Mittelrippe der Blätter weist beim Vergleich Grünkohl—Weißkohl erwartungsgemäß weitgehende Übereinstimmung mit der entsprechenden Sproßachse auch in biochemischer Hinsicht auf.

Vergleicht man in summarischer Wertung Gipfelrosette (bzw. Terminalknospe), Sproßachse, Blattmittelrippe und Blattspreitenfläche von Grünkohl und Weißkohl vom ernährungsphysiologischen Standpunkt aus, so ergibt sich, daß die Großknospenbildung beim Weißkohl einhergeht mit einem Absinken der Trockensubstanzwerte in allen Organteilen bei starker Erhöhung des Gesamtzuckergehaltes (Eignung zur Sauerkrautherstellung!). Die Hemmung normaler Lichteinwirkung bedingt ferner in den jeweils zu vergleichenden Organen geringere Gehalte an Gesamtchlorophyll, Carotin, Ascorbinsäure und vor allem mangelhafte Bildung exogener Aminosäuren. Auch hinsichtlich einzelner Mineralstoffe, vor allem Calcium und Eisen, ist der Weißkohl den Vertretern mit normaler Blattentfaltung unterlegen.

Ausführliche Veröffentlichung erfolgt an anderer Stelle[1]).

Bundesanstalt für Qualitätsforschung pflanzlicher Erzeugnisse, Geisenheim i. Rheingau (*Direktor: Prof. Dr. habil.* W. SCHUPHAN)

W. SCHUPHAN

Eingegangen am 12. Februar 1958

[1]) SCHUPHAN, W.: Z. Pflanzenzüchtung (1958).

Über eine Cytoplasma-Polyedrose der Nonnenraupe (Lymantria monacha L.)

Die als „Wipfelkrankheit" bekannte Polyedrose von *Lymantria monacha*-Raupen ist von verschiedenen Autoren übereinstimmend als Kern-Polyedrose der Hypodermis, des Fettkörpers und der Trachealmatrix beschrieben worden

[vgl. [1])]. BERGOLD[2]) konnte 1947 die in den Polyedern eingeschlossenen infektiösen Viren elektronenmikroskopisch als stäbchenförmige Gebilde von 57 × 350 mμ darstellen. Nunmehr gelang uns bei *Lymantria monacha* die Diagnose einer weiteren Polyeder-Erkrankung, die den Darm der Raupen befällt und die mit der oben genannten Kern-Polyedrose nicht identisch ist.

Histopathologie. Material: Die untersuchten Raupen (L_4 — L_5) entstammten Eigelegen, die im Frühjahr 1955 aus dem Ebersberger Park bei München eingeholt worden waren. Eine im L_4-Stadium auftretende Erkrankung erfaßte bis zu

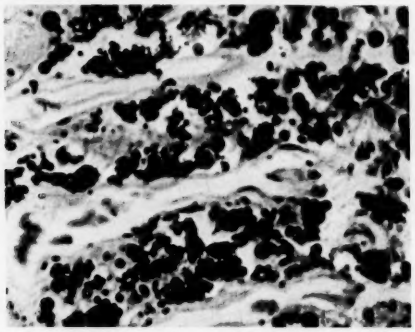


Fig. 1. Epithelzellen aus dem Mitteldarm einer L_4-Raupe von *Lymantria monacha* mit Cytoplasma-Polyedern; Längsschnitt, Färbung Fe-Hämatoxylin (Heidenhain)-Eosin. LM, Abb.-Maßstab 320:1 (Phot.: A. HUGER)

75% der Tiere. — *Methodik*: Die in Alkohol konservierten Raupen wurden mit Bouin-Duboscq-Brasil nachfixiert. Färbung mit Fe-Hämatoxylin (Heidenhain) nach NaOH- (10 bis 15 min) oder Essigsäure- (5 bis 10 min) Behandlung (Langenbuch) und saurem Hämalaun (P. Mayer), Gegenfärbung 0,1% wäßriges Eosin.

Befunde. Die histologische Untersuchung ergab, daß es sich bei dieser Krankheit um eine Polyedrose handelt, die ihren Sitz ausschließlich im Cytoplasma der Mitteldarm-

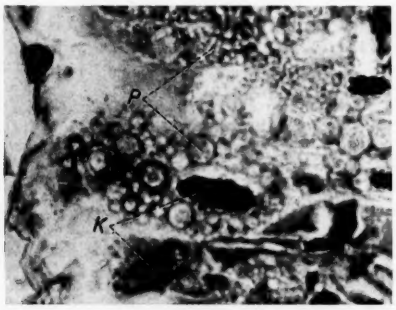


Fig. 2. Pyknotische Kerne (*K*) inmitten lichtbrechender Polyedermassen (*P*) in den Mitteldarmepithelzellen einer L_4-Raupe von *Lymantria monacha*; Längsschnitt, Färbung Hämalaun (P. Mayer)-Eosin. LM, Abb.-Maßstab 900:1 (Phot.: A. HUGER)

epithelzellen hat (Fig. 1). Die Valvula cardiaca des Stomodaeums ist ebenso frei von Viruseinschlußkörpern wie alle übrigen Zellelemente des Raupenkörpers. Der Imaginalring bildet die Befallsgrenze. Polyeder unterschiedlicher Größe und damit verschiedener Entwicklungszustände kommen besonders im fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung vielfach in einer Zelle vor. Im Laufe der Weiterentwicklung werden stärker befallene Epithelzellen oder meist nur Teile derselben mit Polyedern ins Darmlumen abgestoßen. Sie zerfallen dort und geben die Einschlußkörper frei, so daß im Endstadium der Polyedrose das Mitteldarmlumen größtenteils von einer dichtgepackten Polyedermasse erfüllt ist. Daß das erkrankte und teilweise völlig degenerierte Mitteldarmepithel seiner sekretorischen und rezeptorischen Funktion nicht mehr gerecht werden kann und das Tier auf Reserven zurückgreift, zeigt besonders deutlich der auffällig reduzierte Fettkörperbestand stark polyedröser Raupen.

Niemals konnten Kerne der Epithelzellen beobachtet werden, in denen Polyeder zur Entwicklung kamen; im Gegenteil, sie bewahren lange Zeit ihr normales Aussehen und beginnen erst bei dichterer Polyederbesiedlung des Cytoplasmas, pyknotisch zu werden. In diesem Zustand liegen sie schließlich inmitten der die Zelle erfüllenden Polyeder. Durch Färben der Schnitte mit saurem Hämalaun nach P. MAYER (5 min), das die Kerne kräftig, die Polyeder kaum tingiert, ließen sich diese Verhältnisse gut studieren (Fig. 2).

Darstellung des Erregers. Die Isolierung der Viruseinschlußkörper (Polyeder) gelang aus dem Darminhalt virustoter Larven. Die durch Differential-Sedimentation gereinigten Polyeder wurden im Elektronenmikroskop dargestellt (Fig. 3) und ausgemessen. Ihre Größe schwankt zwischen 0,4 und 10 μ. Im Gegensatz zu den Kern-Polyedern von *L. monacha* waren die Plasma-Polyeder in schwachem Alkali kaum löslich. Sie wurden daher mit n/10 NaOH behandelt.

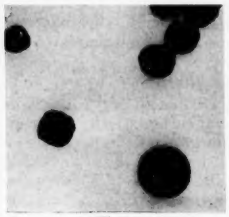


Fig. 3

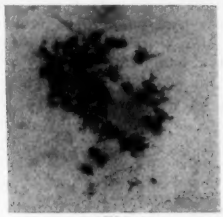


Fig. 4

Fig. 3. Relativ kleine Cytoplasma-Polyeder aus *Lymantria monacha*. EM, Abb.-Maßstab 3600:1 (Phot.: A. KRIEG)

Fig. 4. Virusteilchen aus einem Cytoplasma-Polyeder. EM, Abb.-Maßstab 28800:1 (Phot.: A. KRIEG)

Nach Auflösung der Polyeder und entsprechender Reinigung konnten die Viren als sphärische Teilchen im Elektronenmikroskop dargestellt werden (Fig. 4). Ihre Ausmessung ergab einen mittleren Durchmesser von 40 mμ. Nach den histopathologischen und elektronenmikroskopischen Befunden handelt es sich bei dem Erreger um ein Virus der *Smithia*-Gruppe.

Die todkranken Raupen schrumpfen ein und sehen wie verhungert aus. Interessant ist, daß die kurz vor dem Ableben defaecierten Exkremente durch ihren hohen Gehalt an Polyedern weiß verfärbt werden. Im Gegensatz zu der Kern-Polyedrose von *Lymantria monacha* zerfließen die Raupenleichen nicht, wenn die Tiere von der hier beschriebenen Cytoplasma-Polyedrose betroffen sind, sondern mumifizieren. — Infektionsversuche stehen noch aus. Es ist deshalb noch nicht klar, ob es sich hier um eine neue Erregerart oder um das Vorkommen eines bereits bekannten *Smithia*-Virus in einem neuen Wirt handelt.

Herrn Forst-Assistenten BÜTTNER, Forstschutzstelle Südwest, danken wir für die Überlassung des kranken Tiermaterials. Die EM-Aufnahmen wurden durch das freundliche Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. HOFMANN, Technische Hochschule Darmstadt, ermöglicht.

Durchgeführt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt.

ALOIS HUGER und ALOYSIUS KRIEG

Eingegangen am 20. Januar 1958

[1]) HEIDENREICH, E.: Arch. ges. Virusforsch. **1**, 582 (1940). — [2]) BERGOLD, G. H.: Z. Naturforsch. **2b**, 122 (1947).

Besprechungen

Zwicky, F.: Morphological Astronomy. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1957. Gr.-8°. IV, 299 S. u. 55 Fig. Gzl. DM 49.60.

Der Verf. dieser Monographie ist weithin bekannt als einer derer, die Wesentliches zur Formung unserer Vorstellungen vom Aufbau der Welt im Großen beigetragen haben. Mit einer Mischung von Bewunderung und Zurückhaltung hat man aufgenommen, was er aus der mit dem 18-zölligen Schmidt-Teleskop (dem Vorläufer des 48″-Schmidt) auf dem Mount Palomar durchgeführten systematischen Durchmusterung des Himmels an Erkenntnissen über die Verteilung der außergalaktischen Nebel, über ihre gegenseitigen Beziehungen und über die Erfüllung der intergalaktischen Räume mit Materie herausgeholt hat. Die zu Anfang vielfach geäußerte Skepsis gegen ZWICKYs Deutung der Phänomene hat fast stets der zwingenden Kraft seiner Argumente weichen müssen. Die Eigenwilligkeit der Gedankengänge des „Außenseiters" und die Schärfe seiner Polemik gegen die Zunft machen es allerdings nicht ganz leicht, seinen Leistungen voll gerecht zu werden. ZWICKY ist ein Hecht im Karpfenteich und will auch als solcher genommen sein. Warum und wieso, das läßt schon das Vorwort erkennen, in dem der Verf. die Gedanken entwickelt, die er in der Halley Lecture von 1948 zum ersten Male zusammenfassend vorgetragen hat.

Wir zitieren aus diesem Vorwort einige Stellen: „Der Mensch neigt dazu, sich in einem Dschungel von Einzelheiten und unnötigen Komplikationen zu verlieren oder auch sich darin zu verbergen." — „Die morphologische Methode des Denkens und Handelns wurde erfunden zu dem Zweck, die Hindernisse niederzulegen, die das wilde Wachstum von Komplikationen dem Leben in all seinen Phasen entgegenstellt." — „Die morphologische Methode versucht stets den allgemeinsten Überblick zu erhalten. Sie sucht die Werkzeuge für Total-Untersuchungen zu liefern, in denen kein Vorurteil Platz hat, in denen kein Stein unberührt bleibt und jede Art von Auswahl vermieden wird. Die morphologische Methode bemüht sich insbesondere, alle möglichen Lösungen eines gegebenen Problems ins Auge zu fassen und den Weg zur Erlangung einer allgemeingültigen Lösung aufzuzeigen." — „Was in der Astronomie vor allem fehlt, ist eine hinreichend vollständige Kenntnis des tatsächlichen Inhalts des Universums und der physikalischen Gesetze, die diesen Inhalt beherrschen. Die morphologische Methode mußte daher zuerst in den Dienst einer allumfassenden Suche nach neuen Typen von Objekten und neuen physikalischen Gesetzen gestellt werden." — „Auf der einen Seite gibt es jugendliche und enthusiastische, aber verantwortungslose Kosmologen und theoretische Physiker, die Phantasie-Welten aufbauen ohne wissenschaftlichen oder auch nur künstlerischen Wert ... Auf der andern Seite gibt es zu viele Beobachter, namentlich unter denen, die die größten Teleskope zur Verfügung haben, deren Kenntnis der Grundlagen der Physik höchst bescheiden ist." — „Morphologische Astronomie ist also wesentlich befaßt mit dem Studium der Einflüsse — gute oder schlechte —, die von einzelnen Individuen auf die Zukunft der Astronomie ausgeübt werden, und es leuchtet ein, daß all diese Einflüsse klar herausgestellt werden müssen, wenn künftiges Unheil verhindert werden soll."

Was ist demnach „Morphologie"? Zuerst und vor allem doch wohl eine Philosophie, die zu einem System erhebt, was bisher erfolgreiche Forscher unbewußt intuitiv als Methode angewandt haben. ZWICKY selbst preist als Beispiel FARADAYS „meisterhafte Art der Anwendung morphologischen Denkens auf all seine Probleme" und charakterisiert sie so: „Anstatt die Welt der physikalischen Ereignisse im Licht kausaler Ketten zu sehen, d.h. als Folgen von Ursache und Wirkung, erforschte er die Beziehungen zwischen den nebeneinander bestehenden Aspekten der Natur." Und er versteigt sich im Anschluß an ein Zitat von NIETZSCHE — „Kultur ist die Einheit des Stils in allen Lebensäußerungen eines Volkes" — zu der Prophezeiung: „Wenn wir oder unsere Nachfolger berufen sind, einen neuen Stil zu schaffen, dann wird das zum ersten Male in der Geschichte ein bewußter Stil sein. Sein Wesentliches wird sein die Kenntnis einer fundamentalen Totalität der Dinge ... Wenn die Erde und die Menschheit überhaupt überleben sollen, dann wird der nächste Kulturstil der des *Zeitalters der Morphologie* sein."

Der Mensch dieses Zeitalters der Morphologie, der „sich erkühnt, den Blick auf die Gesamtheit der Dinge zu richten, muß frei sein von den Fesseln einer dogmatischen Religion oder Wissenschaft und darf nicht einem dogmatischen Staat oder dogmatischen Vorgesetzten unterstellt sein. Er muß frei sein von Vorurteilen der Art, wie sie die Menschheit jahrhundertelang über die Natur der körperlichen und der geistigen Welt gehegt hat."

Sieht man ab von der philosophischen Verbrämung, über deren Sinn und Berechtigung man lange diskutieren könnte, dann bleibt eine erstaunliche Leistung des Verf. übrig auf dem Gebiet der Erforschung der Struktur der Welt in ihren größten Dimensionen. Und nimmt man die immer wieder zwischengestreuten polemischen Äußerungen — mit so überspitzten Formulierungen wie diese: „eine Lochkamera kann mit Leichtigkeit das 200-Zoll-Teleskop ausstechen bei der Gewinnung von Daten über Gebiete des Raumes, die mehr als tausend Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt sind" — nicht allzu ernst, dann kann man dem Verf. mit Genuß und Gewinn folgen bei der Darlegung der Methode und ihrer Ergebnisse.

Wie weit das Thema gespannt ist, erhellt aus den Überschriften der 8 Kapitel: Morphologische Forschung und Erfindung; Wolken und Haufen von Galaxien; Verteilung der Galaxien und Galaxien-Haufen im großen; kinematische und dynamische Eigenschaften Großräumiger Ansammlungen von Materie; dimensionale und dimensionslose Morphologie in der Kosmologie; morphologische Züge einzelner Galaxien; morphologisch-astronomisches Kaleidoskop; morphologische Methode und a priori-Erkenntnis, die magischen Zahlen.

Die reiche Fülle dessen, was in diesen 8 Kapiteln dargeboten wird an methodischen Einfällen und an neuen Erkenntnissen, in geistreichen Ausführungen, gehaltvollen tabellarischen Übersichten und aufschlußreichen Abbildungen, läßt sich nicht mit wenig Worten kennzeichnen. Das Buch lohnt ein ernstes Studium und regt an zu kritischem Nachdenken über die Gesamtproblematik der heutigen Astronomie. Es kommt aber auch der auf seine Rechnung, der nur da und dort einen Abschnitt herausgreift, um sich über eine Einzelfrage belehren zu lassen oder ihm schon bekannte Dinge in einem besonderen Licht dargeboten zu bekommen.

H. KIENLE (Heidelberg-Königstuhl)

Masing, Georg: Grundlagen der Metallkunde in anschaulicher Darstellung. Vierte, verbesserte und erweiterte Aufl. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1955. VI, 153 S., 140 Abb. Preis: Broschiert DM 12.60.

Die vorliegende, nur wenig veränderte, jedoch durch ein kurzes Kapitel über den Gießvorgang erweiterte Auflage sowie eine Übersetzung ins Englische zeigen den Erfolg des 1940 erstmals erschienen Werkes, in dem nunmehr alle Gebiete der die stofflichen Veränderungen betrachtenden Metallkunde zur Sprache kommen. Von den insgesamt 12 Kapiteln sind nicht ganz 5 den Gleichgewichtszuständen gewidmet, während die übrigen von „Vorgängen" wie Erstarren, Fließen, Rekristallisieren, Umwandlungen, Korrosion, also durchweg von Nichtgleichgewichten handeln. Diese sind ja überhaupt in der Metallkunde unter allen Zweigen der physikalischen Chemie am frühesten und eindringlichsten hervorgetreten. Vielleicht würde eine Betonung dieses Unterschieds der stärkeren Ordnung des Materials dienen. Dann könnten auch gewisse gemeinsame Grundlagen dieser Vorgänge im festen Zustand sinnvoll eingefügt werden, wie z. B. die enge Beziehung zwischen Versetzungen und Eigenspannungen, die Abhängigkeit der Vorgänge von Gitterbaufehlern, die TAMMANNsche Verbindung von Rekristallisation und Selbstdiffusion. Auch zwischen der Verfestigungskurve des kubischen und des hexagonalen Einkristalles besteht nach den Experimenten der letzten Jahre eine größere Einheitlichkeit als angegeben. Diese Anregungen für eine weitere Entwicklung des Werkes können die Verdienste nicht verdunkeln, die es sich um die Darstellung einer selbständigen und systematischen Metallkunde erworben hat.

U. DEHLINGER (Stuttgart)

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany

St. Vincent's Hospital Melbourne

UNIVERSITY OF MELBOURNE

Applications are invited for the position of Director of the Clinical Biochemical Laboratories of St. Vincent's Hospital, Melbourne.

Qualifications:

Medical graduate with extensive training in clinical biochemistry and expert knowledge of biochemical investigation in the problems of general medicine.

Salary:

£ 3,000 Australian with increments of £ 100 to £ 3,500 Australian. Limited private practice within the Department may be allowed.

Superannuation is available. Reasonable travelling expenses will be allowed for successful applicant.

Applicants should furnish details of their nationality, age, marital status, experience and published work. Two testimonials should be submitted and the names of three referees who may be consulted.

Further information may be obtained from the Chief Executive Officer and Secretary, St. Vincent's Hospital, Victoria Parade, Melbourne, N. 6. Victoria, Australia.

Lichtelektrische Meßgeräte

Photozellen · Selenphotoelemente · CdS-Kristallzellen
Germaniumzellen · Silizium-Photoelemente

Beleuchtungsmesser 0,001—100000 Lux

Kolorimeter
- Universal-Kolorimeter
- Medico-Kolorimeter
- Titrier-Kolorimeter
- Röhren-Kolorimeter
- Becherglas-Kolorimeter
- Durchfluß-Kolorimeter
- Spektral-Kolorimeter

Spektralphotometer 200—20000 nm

Flammenphotometer mit Membrankompressor

Multiflex-Galvanometer ab 10^{-8}—10^{-11} A

Farbanalysator

Glanzmesser · Reflexionsmesser

Transparenz- und Schwärzungsmesser

Leukometer

pH-Acidometer · Taschen-pH-Meter

Spezialfabrik lichtelektr. Zellen und Apparate

Dr. B. LANGE

Berlin-Zehlendorf, Hermannstraße 14-18

Ergebnisse der Biologie Herausgegeben von **H. Autrum, E. Bünning, K. v. Frisch, E. Hadorn, A. Kühn, E. Mayr, A. Pirson, J. Straub, H. Stubbe, W. Weidel.** Redigiert von **H. Autrum.**

Zwanzigster Band.

Mit 34 Abbildungen. IV, 251 Seiten Gr.-8°. 1958. DM 30.—.

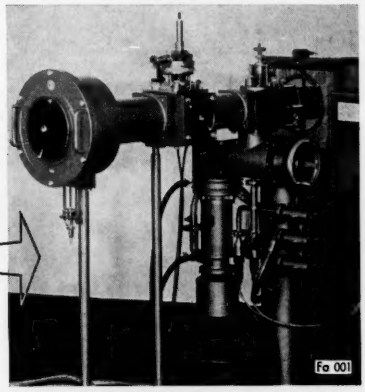
Inhaltsübersicht: **The Cuticle of Arthropods.** By A. Glenn Richards, St. Paul 1, Minn./USA. — **Die Sinnesorgane des Skeletmuskels und die nervöse Steuerung der Muskeltätigkeit.** Von D. Burkhardt, Würzburg. — **Selektive Befruchtung.** Von C.-G. Arnold, Erlangen. — **Die Regulation der Sexualität in den Insektenstaaten.** Von K. Bier, Würzburg. — **Der Zeitsinn der Arthropoden.** Von M. Renner, München. — **Induktionssysteme in der Embryonalentwicklung von Insekten.** Von G. Krause, Tübingen. — **Die Orientierung der Bienen im Flug.** Von H. Heran, Graz. — Namen- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Hochspannungsanlagen für die physikalische Chemie und Feinstruktur-Röntgen-Kameras

nach **Kratky, Kiessig,**

Debye-Scherrer, Sachs-Weerts u.a.



RICH. SEIFERT & CO

Röntgenwerk · Hamburg 13

Soeben erschien:

Principles of Geodynamics

By **Adrian E. Scheidegger,** Ph. D. (Toronto); Dipl. Phys. ETH (Zürich), Research Associate Imperial Oil Limited, Calgary, Alberta, Canada.

Mit 86 Abbildungen. XI, 280 Seiten Gr.-8⁰. 1958. Ganzleinen DM 49.60

Contents: **I. Physiographic and Geological Data Regarding the Earth.** Introduction. Geological Evolution. Geography of Continents and Oceans. Physiography of Orogenetic Systems. Physiography of Faults and Folds. Physiography of Other Features. — **II. Geophysical Data Regarding the Earth.** Gravity Data. Seismological Data. The Layering of the Earth. Data from Age Determinations. Thermal Data. Data from Magnetization of Rocks. Geochemical Data. — **III. The Mechanics of Deformation.** Finite Strain in Rheological Bodies. Elasticity and Plasticity. Hydrodynamics of Viscous Fluids. Other Types of Rheological Behavior. Discontinuous Displacements. Rheology of the Earth: The Basic Problem of Geodynamics. — **IV. Effects of the Rotation of the Earth.** The Figure of the Earth. The Polfluchtkraft. The Question of Stability of the Earth's Axis of Rotation. Other Effects of the Earth's Rotation.— **V. Continents and Oceans.** Primeval History of the Earth. Evolution and Growth of Primeval Continents. Primeval Convection. Tetrahedral Shrinkage. Formation of Continents by Expansion. Evaluation of Theories of Continents and Oceans. — **VI. Orogenesis.** Fundamentals. The Contraction Hypothesis. Continental Drift Theory. Convection Current Hypothesis of Orogenesis. The Hypothesis of Zonal Rotation. Undation Theory. Expansion Hypothesis of Orogenesis. Orogenesis and the Rotation of the Earth. Evaluation of Theories of Orogenesis. — **VII. Dynamics of Faulting and Folding.** Dynamics of Faulting. Theory of Earthquakes. Analytical Theories of Folding. Model Experiments of Faults and Folds. Theory of Systems of Faults and Folds. Evalution of Theories of Faults and Folds. — **VIII. Dynamics of Other Features.** Meteor Craters. Boudinage. Domes. Volcanism. Postglacial Uplift. — Author Index. Subject Index.

Geodynamics is an old science. Most of the basic theories have been conceived in principle during the 19th century and not many fundamental ideas have been added since. Some progress has been made in the following-up of these concepts and, in some instances, in the determination of some important facts about the Earth. Nevertheless, geodynamics has been a higly speculative subject for about a hundred years and it is not likely that this situation will change during the next hundred. It is also unlikely that many basic new ideas will be added in that time interval. The reason for this lies in the extreme difficulty of obtaining really relevant data about the mechanics of the Earth, partly due to the impossibility of probing into the depths of the Earth by direct means to any considerable extent and partly due to the fact that the time intervals in which "something happens" are of the order of millions of years, which is much too long for any human being to wait and experiment with.

The present book represents the writer's notes and ideas on the principles of geodynamics. It is not a comprehensive literature survey, but rather a compilation of the most competent presentations of each one of the, — usually very old —, basically possible hypotheses.

The first two chapters of the book give a brief summary of the physical facts about the Earth as far as they are known, the third puts together the principles of the theory of deformation of continuous matter which is the basic mechanical background of geodynamics, and the rest represents a synoptic view of the subject, much in the same way as one might present a synoptic view of the world's philosophies, without taking sides for one or the other.

Das in englischer Sprache verfaßte Buch enthält folgende Hauptabschnitte:

I. Physiographische und geologische Angaben. — II. Geophysikalische Angaben. — III. Mechanik der Deformation. — IV. Wirkung der Rotation auf die Erde. — V. Kontinente und Ozeane. — VI. Orogenese. — VII. Dynamik der Verwerfung und Faltung. — VIII. Dynamik anderer Erscheinungen.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Diesem Heft liegt ein Prospekt bei vom Carl Hanser Verlag, München.